

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2001年 5月29日

出 願 番 号
Application Number: 特願2001-161328

ST. 10/C]: [JP2001-161328]

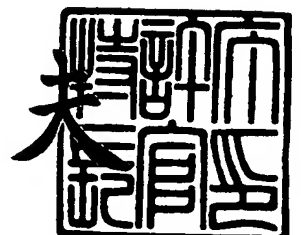
願 人
Applicant(s): 株式会社アドバンテスト

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2003年 9月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 10088

【提出日】 平成13年 5月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F

【発明の名称】 位置検出装置、位置検出方法、電子部品搬送装置及び電子ビーム露光装置

【請求項の数】 54

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号株式会社アドバンテスト内

 【氏名】 山口 隆弘

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号株式会社アドバンテスト内

 【氏名】 市川 雅理

【特許出願人】

 【識別番号】 390005175

 【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【代理人】

 【識別番号】 100104156

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 龍華 明裕

 【電話番号】 (03)5366-7377

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 053394

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 位置検出装置、位置検出方法、電子部品搬送装置及び電子ビーム露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 テンプレート画像に近似したマークの位置を入力画像から検出する位置検出装置であって、

前記テンプレート画像中の所定の位置を基準として前記テンプレート画像を周波数成分に変換した場合の位相成分と、前記入力画像中の所定の位置を基準として前記入力画像を周波数成分に変換した場合の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出する位相差算出手段と、

前記位相差算出手段が算出した前記位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、前記入力画像中の前記マークの位置を検出するマーク位置検出手段と

を備えることを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】 前記位相差算出手段は、前記テンプレート画像を基準とした前記入力画像の周波数応答関数に基づいて、前記位相成分差を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 3】 前記マーク位置検出手段は、2次元離散フーリエ逆変換により前記位相インパルス応答関数を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 4】 前記マーク位置検出手段は、所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を与える座標を前記入力画像から検出する座標検出手段を有し、前記座標検出手段が検出した座標に基づいて、前記マークの位置を検出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の位置検出装置。

【請求項 5】 前記座標検出手段は、前記位相インパルス応答関数値が最大となる座標を検出することを特徴とする請求項 4 に記載の位置検出装置。

【請求項 6】 前記座標検出手段は、前記インパルス応答関数値の絶対値が最大である座標を検出することを特徴とする請求項 4 に記載の位置検出装置。

【請求項 7】 前記座標検出手段は、前記位相インパルス応答関数値と所定

値との差の絶対値が最大である座標を検出することを特徴とする請求項 4 に記載の位置検出装置。

【請求項 8】 前記座標検出手段は、前記位相インパルス応答関数値が極値である座標を検出することを特徴とする請求項 4 に記載の位置検出装置。

【請求項 9】 前記座標検出手段は、前記位相インパルス応答関数値と所定値との差の絶対値が最大である座標を検出することを特徴とする請求項 4 に記載の位置検出装置。

【請求項 10】 前記入力画像を前記周波数成分に変換する変換手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 11】 前記変換手段は、2次元離散フーリエ変換により前記入力画像を前記周波数成分に変換することを特徴とする請求項 10 に記載の位置検出装置。

【請求項 12】 前記入力画像から、前記テンプレート画像と実質的に等しい大きさの比較領域を選択する比較領域選択手段をさらに備え、

前記変換手段は、前記比較領域において、前記テンプレート画像中の前記基準となる前記所定の位置に対応する座標を前記入力画像中の前記基準となる前記所定の位置として前記比較領域を前記周波数成分に変換することを特徴とする請求項 10 に記載の位置検出装置。

【請求項 13】 前記入力画像を、前記テンプレート画像より小さい予備領域に分割する入力画像分割手段をさらに備え、

前記比較領域選択手段は、各前記予備領域を所定の位置にそれぞれ含むように前記比較領域を選択することを特徴とする請求項 12 に記載の位置検出装置。

【請求項 14】 前記比較領域の端部の画素値が実質的に等しくなるように、前記比較領域の画素値を補正する補正手段をさらに備えることを特徴とする請求項 12 に記載の位置検出装置。

【請求項 15】 前記補正手段は、前記テンプレート画像の端部の画素値が実質的に等しくなるように、前記テンプレート画像の画素値を補正することを特徴とする請求項 14 に記載の位置検出装置。

【請求項 16】 前記比較領域選択手段は、一辺がそれぞれ 2 の m 乗 (m は

正の整数)の画素数を持つように前記比較領域を選択することを特徴とする請求項12に記載の位置検出装置。

【請求項17】 前記マーク位置検出手段は、

前記位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を与える座標を含む前記比較領域を検出する比較領域検出手段をさらに有し、

前記入力画像における前記比較領域の位置と、前記比較領域中の前記座標とに基づいて、前記マークの位置を検出することを特徴とする請求項12に記載の位置検出装置。

【請求項18】 前記マーク位置検出手段は、

各前記比較領域から所定の領域を選択して、前記所定の領域における位相インパルス応答関数値を抽出する手段と、

抽出した前記位相インパルス応答関数値から所定の条件を満たす前記位相インパルス応答関数値を選択する手段と

をさらに有し、

選択した前記位相インパルス応答関数値を与える座標を検出することを特徴とする請求項12に記載の位置検出装置。

【請求項19】 前記マーク位置検出手段は、前記比較領域の前記位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、前記比較領域における位相インパルス応答関数値を所定の閾値と比較することにより、前記マークが当該比較領域に含まれるか否かを判断するマーク判断手段を有することを特徴とする請求項12に記載の位置検出装置。

【請求項20】 所定の帯域以下の周波数成分の前記位相成分を抽出する低域抽出フィルタをさらに備え、

前記マーク位置検出手段は、前記低域抽出フィルタが抽出した前記テンプレート画像の前記位相成分と前記低域抽出フィルタが抽出した前記入力画像の前記位相成分との位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、前記入力画像中の前記マークの位置を検出することを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。

【請求項 2 1】 前記テンプレート画像を前記周波数成分に変換した場合の振幅の値に基づいて定めた周波数における前記位相成分を当該周波数に対応づけて保持するテンプレート画像保持手段をさらに備え、

前記位相差算出手段は、前記入力画像を前記周波数成分に変換した場合の前記位相成分のうち、前記テンプレート画像保持手段が保持する前記周波数に対応する周波数の位相成分と、前記テンプレート画像保持手段が保持する前記テンプレート画像の前記位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 2 2】 前記変換手段は、前記テンプレート画像を前記周波数成分に変換することを特徴とする請求項 1 0 に記載の位置検出装置。

【請求項 2 3】 前記テンプレート画像を周波数成分に変換した場合の前記位相成分を周波数に対応づけて保持するテンプレート画像保持手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 2 4】 前記テンプレート画像は、一辺がそれぞれ 2 の n 乗 (n は正の整数) の画素数を持つことを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 2 5】 前記テンプレート画像の逆周波数特性を持つテンプレート逆画像を保持するテンプレート画像保持手段と、

前記テンプレート逆画像と前記入力画像との畳込み積分画像を形成する畳込み積分手段と、

前記畳込み画像を所定の位置を基準として周波数成分に変換する変換手段とをさらに備え、

前記位相差算出手段は、前記畳込み画像の前記周波数成分の位相成分を前記位相成分差として算出することを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 2 6】 テンプレート画像に近似したマークの位置を入力画像から検出する位置検出方法であって、

前記テンプレート画像中の所定の位置を基準として前記テンプレート画像を周波数成分に変換した場合の位相成分と、前記入力画像中の所定の位置を基準として前記入力画像を周波数成分に変換した場合の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出する位相成分差算出ステップと、

前記位相成分差を位相インパルス応答関数に変換する逆変換ステップを有し、前記位相インパルス応答関数に基づいて前記入力画像中の前記マークの位置を検出するマーク位置検出ステップとを備えることを特徴とする位置検出方法。

【請求項 27】 前記位相成分差算出ステップは、前記テンプレート画像を基準とした前記入力画像の周波数応答関数に基づいて、前記位相成分差を算出することを特徴とする請求項 26 に記載の位置検出方法。

【請求項 28】 前記逆変換ステップは、2次元離散フーリエ逆変換により前記位相インパルス応答関数を算出することを特徴とする請求項 26 に記載の位置検出方法。

【請求項 29】 前記マーク位置検出ステップは、所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を与える座標を前記入力画像から検出する座標検出ステップを有し、検出された前記座標に基づいて、前記マークの位置を検出することを特徴とする請求項 26 又は 27 に記載の位置検出方法。

【請求項 30】 前記座標検出ステップは、前記位相インパルス応答関数値が最大となる座標を検出することを特徴とする請求項 29 に記載の位置検出方法。

【請求項 31】 前記座標検出ステップは、前記インパルス応答関数値の絶対値が最大である座標を検出することを特徴とする請求項 29 に記載の位置検出方法。

【請求項 32】 前記座標検出ステップは、前記位相インパルス応答関数値と所定値との差の絶対値が最大である座標を検出することを特徴とする請求項 29 に記載の位置検出方法。

【請求項 33】 前記座標検出ステップは、前記位相インパルス応答関数値が極値である座標を検出することを特徴とする請求項 29 に記載の位置検出方法。

【請求項 34】 前記座標検出ステップは、前記位相インパルス応答関数値と所定値との差の絶対値が最大である座標を検出することを特徴とする請求項 29 に記載の位置検出方法。

【請求項 3 5】 前記入力画像を前記周波数成分に変換する変換ステップをさらに備えることを特徴とする請求項 2 6 に記載の位置検出方法。

【請求項 3 6】 前記変換ステップは、2 次元離散フーリエ変換により前記入力画像を前記周波数成分に変換することを特徴とする請求項 3 5 に記載の位置検出方法。

【請求項 3 7】 前記入力画像から、前記テンプレート画像と実質的に等しい大きさの比較領域を選択する比較領域選択ステップをさらに備え、前記変換ステップは、前記比較領域において、前記テンプレート画像中の前記基準となる前記所定の位置に対応する座標を前記入力画像中の前記基準となる前記所定の位置として前記比較領域を前記周波数成分に変換することを特徴とする請求項 3 5 に記載の位置検出方法。

【請求項 3 8】 前記入力画像を、前記テンプレート画像より小さい予備領域に分割する入力画像分割ステップをさらに備え、

前記比較領域選択ステップは、各前記予備領域を所定の位置にそれぞれ含むように前記比較領域を選択することを特徴とする請求項 3 7 に記載の位置検出方法。

【請求項 3 9】 前記比較領域の端部の画素値が実質的に等しくなるように、前記比較領域の画素値を補正する補正ステップをさらに備えることを特徴とする請求項 3 7 に記載の位置検出方法。

【請求項 4 0】 前記比較領域選択ステップは、一辺がそれぞれ 2 の m 乗（ m は正の整数）の画素数を持つように前記比較領域を選択することを特徴とする請求項 3 7 に記載の位置検出方法。

【請求項 4 1】 前記マーク位置検出ステップは、前記位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を与える座標を含む前記比較領域を検出する比較領域検出ステップをさらに有し、

前記入力画像における前記比較領域の位置と、前記比較領域中の前記座標とに基づいて、前記マークの位置を検出することを特徴とする請求項 3 7 に記載の位置検出方法。

【請求項 4 2】 前記マーク位置検出ステップは、
前記比較領域から所定の領域を選択するステップと、
前記所定の領域における位相インパルス応答関数値を抽出する抽出ステップと

、
抽出した前記位相インパルス応答関数値から所定の条件を満たす前記位相インパルス応答関数値を選択するステップと

をさらに有し、

選択した前記位相インパルス応答関数値を与える座標を検出することを特徴とする請求項 3 7 に記載の位置検出方法。

【請求項 4 3】 前記マーク位置検出ステップは、前記比較領域の前記位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、前記比較領域における位相インパルス応答関数値を所定の閾値と比較することにより、前記マークが当該比較領域に含まれるか否かを判断するマーク判断ステップを有することを特徴とする請求項 3 7 に記載の位置検出方法。

【請求項 4 4】 所定の帯域以下の周波数成分の前記位相成分を抽出する低域抽出ステップをさらに備え、

前記マーク位置検出ステップは、前記低域抽出ステップにおいて抽出された前記テンプレート画像の前記位相成分と、前記低域抽出ステップにおいて抽出された前記入力画像の前記位相成分との位相成分差に基づいて、前記入力画像中の前記マークの位置を検出することを特徴とする請求項 2 6 に記載の位置検出方法。

【請求項 4 5】 前記テンプレート画像を前記周波数成分に変換した場合の振幅の値に基づいて定めた周波数における前記位相成分を当該周波数に対応づけて保持するテンプレート周波数保持ステップをさらに備え、

前記位相成分差算出ステップは、前記入力画像を前記周波数成分に変換した場合の前記位相成分のうち、前記テンプレート周波数保持ステップにおいて保持された前記周波数に対応する周波数の位相成分と、前記テンプレート周波数保持ステップにおいて保持された前記テンプレート画像の前記位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出することを特徴とする請求項 2 6 に記載の位置検出方法。

【請求項 4 6】 前記テンプレート画像を 2 次元離散フーリエ変換により前

記周波数成分に変換する変換ステップをさらに備えることを特徴とする請求項 26 に記載の位置検出方法。

【請求項 47】 前記テンプレート画像を周波数成分に変換した場合の前記位相成分を周波数に対応づけて保持するテンプレート画像保持ステップをさらに備えることを特徴とする請求項 26 に記載の位置検出方法。

【請求項 48】 前記テンプレート画像が、一辺がそれぞれ 2 の n 乗 (n は正の整数) の画素数を持つように前記テンプレート画像を選択するステップをさらに備えることを特徴とする請求項 26 に記載の位置検出方法。

【請求項 49】 前記テンプレート画像の端部の画素値が実質的に等しくなるように、前記テンプレート画像の画素値を補正する補正ステップをさらに備えることを特徴とする請求項 26 に記載の位置検出装置。

【請求項 50】 前記テンプレート画像の逆周波数特性を持つテンプレート逆画像を保持するテンプレート画像保持ステップと、

前記テンプレート逆画像と前記入力画像との畳込み積分画像を形成する畳込み積分画像形成ステップと、

前記畳込み画像を所定の位置を基準として周波数成分に変換する変換ステップとをさらに備え、

前記位相成分差算出ステップは、前記畳込み画像中の基準位置からの位相成分を前記位相成分差として算出することを特徴とする請求項 26 に記載の位置検出方法。

【請求項 51】 前記テンプレート画像を 2 次元離散フーリエ変換により周波数成分に変換する変換ステップと、

変換した前記テンプレート画像の前記周波数成分の逆数を求め、前記逆数を 2 次元離散フーリエ変換することにより前記テンプレート逆画像を形成する逆変換ステップと

を備えることを特徴とする請求項 50 に記載の位置検出方法。

【請求項 52】 テンプレート画像に近似したマークを有する電子部品を搬送する電子部品搬送装置であって、

前記マークの画像を入力画像として撮像する入力画像撮像手段と、
前記マークの位置を前記入力画像から検出する位置検出装置と、
前記位置検出装置により検出された前記マークの位置に基づいて、前記電子部品を吸着し、前記電子部品を移動する電子部品移動手段と
を備え、

前記位置検出装置は、

前記テンプレート画像中の所定の位置を基準として前記テンプレート画像を周波数成分に変換した場合の位相成分と、前記入力画像中の所定の位置を基準として前記入力画像を周波数成分に変換した場合の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出する位相差算出手段と、

前記位相差算出手段が算出した前記位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、前記入力画像中の前記マークの位置を検出するマーク位置検出手段と

を有することを特徴とする電子部品搬送装置。

【請求項 53】 ウェハに電子ビームによりパターンを露光する電子ビーム露光装置であって、

前記電子ビームを発生する電子ビーム発生部と、

前記ウェハを載置するウェハステージと、

前記ウェハ又は前記ウェハステージのいずれか一方に設けられ、ウェハの位置を検出するためのテンプレート画像に近似したマークの画像を入力画像として撮像する入力画像撮像手段と、

前記マークの位置を前記入力画像から検出する位置検出装置と
を備え、

前記位置検出装置は、

前記テンプレート画像中の所定の位置を基準として前記テンプレート画像を周波数成分に変換した場合の位相成分と、前記入力画像中の所定の位置を基準として前記入力画像を周波数成分に変換した場合の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出する位相差算出手段と、

前記位相差算出手段が算出した前記位相成分差を変換した位相インパルス応答

関数に基づいて、前記入力画像中の前記マークの位置を検出するマーク位置検出手段と

を有することを特徴とする電子ビーム露光装置。

【請求項 5 4】 前記位置検出装置により検出された前記マークの位置に基づいて、前記ウェハステージを移動するウェハステージ移動手段をさらに備えることを特徴とする請求項 5 3 に記載の電子ビーム露光装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、テンプレート画像に近似したマークの位置を入力画像から検出する位置検出装置、位置検出装置を有する電子部品搬送装置、位置検出装置を有する電子ビーム露光装置及び位置検出方法に関する。特に本発明は、入力画像の輝度分布の変化やマークの変形の影響を最小限にして精度よく入力画像からマークの位置を検出する位置検出装置、位置検出装置を有する電子部品搬送装置、位置検出装置を有する電子ビーム露光装置及び位置検出方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

大規模集積回路（L S I）の製造工程においては、半導体などのウェハ基板に微細な回路パターンを露光する工程や、様々な膜を成膜する工程などを繰り返す必要がある。L S I に設計どおりの機能を持たせるためには、各処理ごとにウェハ基板を正確な位置に合わせなければならない。そこで、予めウェハ基板にマークを設けておき、マークの位置を観察することによりウェハ基板の位置合わせを行っている。従来、テンプレート画像とウェハ基板を撮影した入力画像との輝度分布を比較して入力画像中のマークの位置を検出するパターンマッチング処理が行われている。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、ウェハ基板上に様々な膜を積層していくと、マークの近傍で輝度値が局所的に変化することがあり、マークの形状が変形して観察されることがある。

また、ウェハ基板を化学的機械研磨（CMP）処理する際に、マークのエッジが欠損することもあり、この場合もマークの形状が変形して観測されてしまう。さらに、CMP 処理により下地の層の膜厚がウェハ基板内で不均一となり、その上にさらに他の膜を成膜すると、膜厚の違いにより反射光の強度が局所的に変化することがある。このような場合、従来の輝度値を用いるパターンマッチング処理ではウェハ基板を正確に位置合わせできないという問題があった。

【0004】

そこで本発明は、上記の課題を解決することのできる位置検出装置、位置検出装置を有する電子部品搬送装置、位置検出装置を有する電子ビーム露光装置及び位置検出方法を提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

【0005】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明の第1の形態によると、テンプレート画像に近似したマークの位置を入力画像から検出する位置検出装置であって、テンプレート画像中の所定の位置を基準としてテンプレート画像を周波数成分に変換した場合の位相成分と、入力画像中の所定の位置を基準として入力画像を周波数成分に変換した場合の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出する位相差算出手段と、位相差算出手段が算出した位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、入力画像中のマークの位置を検出するマーク位置検出手段とを備えることを特徴とする位置検出装置を提供する。

【0006】

位相差算出手段は、テンプレート画像を基準とした入力画像の周波数応答関数に基づいて、位相成分差を算出するのが好ましい。マーク位置検出手段は、2次元離散フーリエ逆変換により位相インパルス応答関数を算出してよい。2次元離散フーリエ変換は高速フーリエ変換であってよい。

【0007】

マーク位置検出手段は、所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を与え

る座標を入力画像から検出する座標検出手段を有し、座標検出手段が検出した座標に基づいて、マークの位置を検出してよい。

【0008】

座標検出手段は、位相インパルス応答関数値が最大となる座標を検出してよい。座標検出手段は、インパルス応答関数値の絶対値が最大である座標を検出してよい。座標検出手段は、位相インパルス応答関数値と所定値との差の絶対値が最大である座標を検出してよい。座標検出手段は、位相インパルス応答関数値が極値である座標を検出してよい。座標検出手段は、位相インパルス応答関数値と所定値との差の絶対値が最大である座標を検出してよい。

【0009】

位置検出装置は、入力画像を周波数成分に変換する変換手段をさらに備えてもよい。変換手段は、2次元離散フーリエ変換により入力画像を周波数成分に変換してよい。2次元離散フーリエ変換は高速フーリエ変換であってよい。

【0010】

位置検出装置は、入力画像から、テンプレート画像と実質的に等しい大きさの比較領域を選択する比較領域選択手段をさらに備えてもよく、変換手段は、比較領域において、テンプレート画像中の基準となる所定の位置に対応する座標を入力画像中の基準となる所定の位置として比較領域を周波数成分に変換してもよい。

【0011】

比較領域選択手段は、各比較領域が所定のパーセントずつ重複するように、入力画像から比較領域を選択してよい。具体的には、位置検出装置は、入力画像を、テンプレート画像より小さい予備領域に分割する入力画像分割手段をさらに備えてもよく、比較領域選択手段は、各予備領域を所定の位置にそれぞれ含むように比較領域を選択してもよい。

【0012】

位置検出装置は、比較領域の端部の画素値が実質的に等しくなるように、比較領域の画素値を補正する補正手段をさらに備えてもよい。補正手段は、テンプレート画像の端部の画素値が実質的に等しくなるように、テンプレート画像の画素

値を補正してもよい。比較領域選択手段は、一辺がそれぞれ2の m 乗(m は正の整数)の画素数を持つように比較領域を選択してもよい。比較領域選択手段は、比較領域の画素数を調整する手段を有してもよい。

【0013】

マーク位置検出手段は、位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を与える座標を含む比較領域を検出する比較領域検出手段をさらに有してもよく、入力画像における比較領域の位置と、比較領域中の座標とに基づいて、マークの位置を検出してもよい。

【0014】

マーク位置検出手段は、各比較領域から所定の領域を選択して、所定の領域における位相インパルス応答関数値を抽出する手段と、抽出した位相インパルス応答関数値から所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を選択する手段とをさらに有してもよく、選択した位相インパルス応答関数値を与える座標を検出してよい。

【0015】

マーク位置検出手段は、比較領域の位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、比較領域における位相インパルス応答関数値を所定の閾値と比較することにより、マークが当該比較領域に含まれるか否かを判断するマーク判断手段をさらに有してもよい。

【0016】

位置検出装置は、所定の帯域以下の周波数成分の位相成分を抽出する低域抽出フィルタをさらに備えてもよく、マーク位置検出手段は、低域抽出フィルタが抽出したテンプレート画像の位相成分と低域抽出フィルタが抽出した入力画像の位相成分との位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、入力画像中のマークの位置を検出してもよい。

【0017】

位置検出装置は、テンプレート画像を周波数成分に変換した場合の振幅の値に基づいて定めた周波数における位相成分を当該周波数に対応づけて保持するテンプレート画像保持手段をさらに備えてもよく、位相差算出手段は、入力画像を周

波数成分に変換した場合の位相成分のうち、テンプレート画像保持手段が保持する周波数に対応する周波数の位相成分と、テンプレート画像保持手段が保持するテンプレート画像の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出してもよい。

【0018】

変換手段は、テンプレート画像を周波数成分に変換してもよい。位置検出装置は、テンプレート画像を周波数成分に変換した場合の位相成分を周波数に対応づけて保持するテンプレート画像保持手段をさらに備えてもよい。テンプレート画像は、一辺がそれぞれ2の n 乗（ n は正の整数）の画素数を持つのが好ましい。

【0019】

位置検出装置は、テンプレート画像の逆周波数特性を持つテンプレート逆画像を保持するテンプレート画像保持手段と、テンプレート逆画像と入力画像との畳込み積分画像を形成する畳込み積分手段と、畳込み画像を所定の位置を基準として周波数成分に変換する変換手段とをさらに備えてもよく、位相差算出手段は、畳込み画像の周波数成分の位相成分を位相成分差として算出してもよい。

【0020】

本発明の第2の形態によると、テンプレート画像に近似したマークの位置を入力画像から検出する位置検出方法であって、テンプレート画像中の所定の位置を基準としてテンプレート画像を周波数成分に変換した場合の位相成分と、入力画像中の所定の位置を基準として入力画像を周波数成分に変換した場合の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出する位相成分差算出ステップと、位相成分差を位相インパルス応答関数に変換する逆変換ステップを有し、位相インパルス応答関数に基づいて入力画像中のマークの位置を検出するマーク位置検出ステップとを備えることを特徴とする位置検出方法を提供する。

【0021】

マーク位置検出ステップは、位相成分差を位相インパルス応答関数に変換する逆変換ステップを有し、位相インパルス応答関数に基づいて入力画像中のマークの位置を検出してよい。

【0022】

逆変換ステップは、2次元離散フーリエ逆変換により位相インパルス応答関数

を算出してよい。マーク位置検出ステップは、所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を与える座標を入力画像から検出する座標検出ステップを有してもよく、検出された座標に基づいて、マークの位置を検出してよい。

【0023】

座標検出ステップは、位相インパルス応答関数値が最大となる座標を検出してもよい。座標検出ステップは、インパルス応答関数値の絶対値が最大である座標を検出してもよい。座標検出ステップは、位相インパルス応答関数値と所定値との差の絶対値が最大である座標を検出してもよい。座標検出ステップは、位相インパルス応答関数値が極値である座標を検出してもよい。座標検出ステップは、位相インパルス応答関数値と所定値との差の絶対値が最大である座標を検出してもよい。

【0024】

位置検出方法は、入力画像を周波数成分に変換する変換ステップをさらに備えてもよい。変換ステップは、2次元離散フーリエ変換により入力画像を周波数成分に変換してもよい。

【0025】

入力画像から、テンプレート画像と実質的に等しい大きさの比較領域を選択する比較領域選択ステップをさらに備えてもよく、変換ステップは、比較領域において、テンプレート画像中の基準となる所定の位置に対応する座標を入力画像中の基準となる所定の位置として比較領域を周波数成分に変換してもよい。

【0026】

入力画像を、テンプレート画像より小さい予備領域に分割する入力画像分割ステップをさらに備えてもよく、比較領域選択ステップは、各予備領域を所定の位置にそれぞれ含むように比較領域を選択してよい。

【0027】

位置検出方法は、比較領域の端部の画素値が実質的に等しくなるように、比較領域の画素値を補正する補正ステップをさらに備えてもよい。比較領域選択ステップは、一辺がそれぞれ2の m 乗（ m は正の整数）の画素数を持つように比較領域を選択してよい。

【0028】

マーク位置検出ステップは、位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を与える座標を含む比較領域を検出する比較領域検出ステップをさらに有してもよく、入力画像における比較領域の位置と、比較領域中の座標とに基づいて、マークの位置を検出してよい。

【0029】

マーク位置検出ステップは、比較領域から所定の領域を選択するステップと、所定の領域における位相インパルス応答関数値を抽出する抽出ステップと、抽出した位相インパルス応答関数値から所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を選択するステップとをさらに有してよく、選択した位相インパルス応答関数値を与える座標を検出してよい。

【0030】

マーク位置検出ステップは、比較領域の位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、比較領域における位相インパルス応答関数値を所定の閾値と比較することにより、マークが当該比較領域に含まれるか否かを判断するマーク判断ステップを有してもよい。

【0031】

位置検出方法は、所定の帯域以下の周波数成分の位相成分を抽出する低域抽出ステップをさらに備えてもよく、マーク位置検出ステップは、低域抽出ステップにおいて抽出されたテンプレート画像の位相成分と、低域抽出ステップにおいて抽出された入力画像の位相成分との位相成分差に基づいて、入力画像中のマークの位置を検出してよい。

【0032】

位置検出方法は、テンプレート画像を周波数成分に変換した場合の振幅の値に基づいて定めた周波数における位相成分を当該周波数に対応づけて保持するテンプレート周波数保持ステップをさらに備えてもよく、位相成分差算出ステップは、入力画像を周波数成分に変換した場合の位相成分のうち、テンプレート周波数保持ステップにおいて保持された周波数に対応する周波数の位相成分と、テンプ

レート周波数保持ステップにおいて保持されたテンプレート画像の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出してよい。

【0033】

位置検出方法は、テンプレート画像を2次元離散フーリエ変換により周波数成分に変換する変換ステップをさらに備えてもよい。位置検出方法は、テンプレート画像を周波数成分に変換した場合の位相成分を周波数に対応づけて保持するテンプレート画像保持ステップをさらに備えてもよい。位置検出方法は、テンプレート画像が、一辺がそれぞれ2の n 乗（ n は正の整数）の画素数を持つようにテンプレート画像を選択するステップをさらに備えてもよい。位置検出方法は、テンプレート画像の端部の画素値が実質的に等しくなるように、テンプレート画像の画素値を補正する補正ステップをさらに備えてもよい。

【0034】

位置検出方法は、テンプレート画像の逆周波数特性を持つテンプレート逆画像を保持するテンプレート画像保持ステップと、テンプレート逆画像と入力画像との畳込み積分画像を形成する畳込み積分画像形成ステップと、畳込み画像を所定の位置を基準として周波数成分に変換する変換ステップとをさらに備えてもよく、位相成分差算出ステップは、畳込み画像中の基準位置からの位相成分を位相成分差として算出してよい。

【0035】

位置検出方法は、テンプレート画像を2次元離散フーリエ変換により周波数成分に変換する変換ステップと、変換したテンプレート画像の周波数成分の逆数を求め、逆数を2次元離散フーリエ変換することによりテンプレート逆画像を形成する逆変換ステップとを備えてもよい。

【0036】

本発明の第3の形態によると、テンプレート画像に近似したマークを有する電子部品を搬送する電子部品搬送装置であって、マークの画像を入力画像として撮像する入力画像撮像手段と、マークの位置を入力画像から検出する位置検出装置と、位置検出装置により検出されたマークの位置に基づいて、電子部品を吸着し、電子部品を移動する電子部品移動手段とを備える電子部品搬送装置を提供する

。位置検出装置は、テンプレート画像中の所定の位置を基準としてテンプレート画像を周波数成分に変換した場合の位相成分と、入力画像中の所定の位置を基準として入力画像を周波数成分に変換した場合の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出する位相差算出手段と、位相差算出手段が算出した位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、入力画像中のマークの位置を検出するマーク位置検出手段とを有することを特徴とする。

【0037】

本発明の第4の形態によると、ウェハに電子ビームによりパターンを露光する電子ビーム露光装置であって、電子ビームを発生する電子ビーム発生部と、ウェハを載置するウェハステージと、ウェハ又はウェハステージのいずれか一方に設けられ、ウェハの位置を検出するためのテンプレート画像に近似したマークの画像を入力画像として撮像する入力画像撮像手段と、マークの位置を入力画像から検出する位置検出装置とを備える電子ビーム露光装置を提供する。位置検出装置は、テンプレート画像中の所定の位置を基準としてテンプレート画像を周波数成分に変換した場合の位相成分と、入力画像中の所定の位置を基準として入力画像を周波数成分に変換した場合の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出する位相差算出手段と、位相差算出手段が算出した位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、入力画像中のマークの位置を検出するマーク位置検出手段とを有することを特徴とする。

【0038】

電子ビーム露光装置は、位置検出装置により検出されたマークの位置に基づいて、ウェハステージを移動するウェハステージ移動手段をさらに備えてもよい。

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

【0039】

【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態はクレームにかかる発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0040】

図1は、本発明の第1実施形態に係る位置検出装置を示すブロック図である。

位置検出装置10は、テンプレート画像に近似したマークの位置を入力画像から検出する。位置検出装置10は、ウェハ、ウェハステージ又は大規模集積回路(LSI)等のIC、又はICパッケージ等の電子部品の画像を入力画像として撮影する撮像装置12と、撮像装置12が撮影した入力画像をアナログ信号からデジタル信号に変換するA/Dコンバータ14と、入力画像を一時的に保持する入力画像メモリ16と、予め撮影したテンプレート画像を保持するテンプレート画像保持部18と、位置検出装置10の動作を制御する制御部20と、制御プログラムなどを格納するプログラム格納部22と、演算途中のデータ等を一時的に保持するデータメモリ24と、入力画像からテンプレート画像に近似したマークの位置を検出するための算出処理を行う算出処理部30と、入力画像又はテンプレート画像を表示する表示装置70と、例えばCPU等の制御部20、例えばROM等のプログラム格納部22、例えばRAM等のデータメモリ24、算出処理部30及び表示装置70を接続して各装置間のデータを伝送するバス(BUS)72とを有する。

【0041】

テンプレート画像保持部18は、例えばハードディスク等の記憶装置である。テンプレート画像保持部18は、テンプレート画像のデジタルデータを保持するのが好ましい。また、テンプレート画像保持部18は、テンプレート画像を所定の位置を基準として周波数成分に変換した場合の位相成分を周波数に対応づけて記憶してもよい。テンプレート画像保持部18が保持するテンプレート画像は、一辺がそれぞれ2のn乗(nは正の整数)の画素数を持つのが好ましい。

【0042】

図2は、図1に示した算出処理部30を示すブロック図である。

算出処理部30は、入力画像分割手段32と、比較領域選択手段34と、補正手段36と、変換手段38と、帯域抽出フィルタ40と、位相差算出手段42と、マーク位置検出手段50とを有する。

【0043】

入力画像分割手段 32 は、入力画像を分割する。入力画像分割手段 32 は、予備領域がテンプレート画像よりも小さくなるように入力画像を分割するのが好ましい。また、入力画像分割手段 32 は、分割された各予備領域が、互いに重複しないように入力画像を分割してよい。

【0044】

比較領域選択手段 34 は、入力画像から、テンプレート画像と実質的に等しい大きさの比較領域を選択する。比較領域選択手段 34 は、入力画像分割手段 32 が分割した入力画像の各予備領域を所定の位置にそれぞれ含むように比較領域を選択するのが好ましい。比較領域選択手段 34 は、各予備領域が比較領域の中心に位置するように比較領域を選択するのが好ましい。また、比較領域選択手段 34 は、入力画像から複数の比較領域を選択してよい。

【0045】

補正手段 36 は、入力画像の画素値を補正する。比較領域選択手段 34 が入力画像から比較領域を選択した場合、補正手段 36 は、比較領域の端部の画素値が実質的に等しくなるように、比較領域の画素値を補正する。補正手段 36 は、テンプレート画像の画素値を補正してもよい。

【0046】

変換手段 38 は、入力画像中の所定の位置を基準として、入力画像を周波数成分に変換する。変換手段 38 は、フーリエ変換により入力画像を周波数成分に変換してよい。変換手段 38 は、2次元離散フーリエ変換により入力画像を周波数成分に変換するのが好ましい。2次元離散フーリエ変換は高速フーリエ変換であってよい。本実施形態において、変換手段 38 は、高速フーリエ変換により入力画像を周波数成分に変換する。

【0047】

比較領域選択手段 34 が入力画像から比較領域を選択した場合、変換手段 38 は、比較領域における所定の位置を基準として、その比較領域を周波数成分に変換する。この場合、変換手段 38 は、テンプレート画像中の基準となる所定の位置に対応する座標を比較領域における所定の位置として、比較領域を周波数成分に変換するのが好ましい。比較領域選択手段 34 が入力画像から複数の比較領域

を選択した場合、変換手段 38 は、複数の比較領域をそれぞれ周波数成分に変換する。

また同様に、変換手段 38 は、テンプレート画像中の所定の位置を基準として、テンプレート画像を周波数成分に変換してよい。本実施形態において、変換手段 38 は、高速フーリエ変換によりテンプレート画像を周波数成分に変換する。

【0048】

帯域抽出フィルタ 40 は、入力画像の周波数成分から、所定の帯域の周波数成分を抽出する。本実施形態において、帯域抽出フィルタ 40 は、所定の周波数以下の周波数成分を抽出する低域抽出フィルタである。帯域抽出フィルタ 40 は、入力画像の周波数成分から、所定の周波数帯域の周波数成分の位相成分のみを抽出してもよい。

【0049】

また、他の例において、帯域抽出フィルタ 40 は、テンプレート画像を周波数成分に変換した場合の振幅に基づいて、抽出すべき位相成分差の周波数帯域を選択してもよい。例えば、帯域抽出フィルタ 40 は、テンプレート画像の周波数成分の振幅が大きい順に所定の数の周波数帯域を選択してもよい。また、例えば、帯域抽出フィルタ 40 は、テンプレート画像の振幅が所定の値以上である周波数帯域を選択してもよい。帯域抽出フィルタ 40 は、入力画像の周波数成分から、このようにして選択した周波数帯域の周波数成分の位相成分のみを抽出してよい。この場合、帯域抽出フィルタ 40 は、テンプレート画像のマークの形状に応じて抽出すべき周波数帯域を選択するので、位相インパルス応答関数の精度を向上できる。このように、帯域抽出フィルタ 40 は、所定の周波数以下の周波数成分のみを抽出する低域通過フィルタに限られない。また、この場合、テンプレート画像保持部 18 は、帯域抽出フィルタ 40 が選択した周波数帯域のテンプレート画像の周波数成分を当該周波数帯域に対応づけて保持してもよい。テンプレート画像保持部 18 は、帯域抽出フィルタ 40 が選択した周波数帯域のテンプレート画像の周波数成分の位相成分のみを当該周波数帯域に対応づけて保持してもよい。

【0050】

位相差算出手段 42 は、入力画像の周波数成分の位相成分とテンプレート画像の周波数成分の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出する。比較領域選択手段 34 が入力画像から複数の比較領域を選択した場合、位相差算出手段 42 は、比較領域ごとにテンプレート画像の位相成分との位相成分差を算出する。位相差算出手段 42 は、テンプレート画像の周波数成分を基準とした入力画像の周波数応答関数に基づいて、位相成分差を算出するのが好ましい。

【0051】

マーク位置検出手段 50 は、位相差算出手段 42 が算出した位相成分差に基づいて、入力画像中のマークの位置を検出する。マーク位置検出手段 50 は、逆変換手段 52 と、座標検出手段 54 と、比較領域検出手段 56 と、マーク判断手段 58 とを有する。

【0052】

逆変換手段 52 は、位相差算出手段 42 が算出した位相成分差を変換して位相インパルス応答関数を算出する。逆変換手段 52 は、フーリエ逆変換により位相インパルス応答関数を算出してよい。逆変換手段 52 は、2次元離散フーリエ逆変換により位相インパルス応答関数を算出するのが好ましい。2次元離散フーリエ逆変換は、高速フーリエ変換であってよい。本実施形態において、逆変換手段 52 は、高速フーリエ逆変換により位相インパルス応答関数を算出する。

【0053】

座標検出手段 54 は、所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を与える座標を入力画像から検出する。比較領域選択手段 34 が入力画像から複数の比較領域を選択した場合、比較領域検出手段 56 は、所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を与える座標を含む比較領域を検出する。

【0054】

マーク判断手段 58 は、比較領域における位相インパルス応答関数値を所定の閾値と比較することにより、マークが当該比較領域に含まれるか否かを判断する。マーク判断手段 58 は、比較領域における位相インパルス応答関数値を所定の閾値と比較して、位相インパルス応答関数値が閾値よりも大きいときに、マークが当該比較領域に含まれると判断してもよい。マーク判断手段 58 が複数の比較

領域の全てにマークが含まれないと判断した場合、入力画像分割手段 32 は、異なる位置で再度予備領域を分割してもよい。

【0055】

マーク判断手段 58 が複数の比較領域の全てにマークが含まれないと判断した場合、マーク判断手段 58 は、入力画像にマークが含まれないことを制御部 20 に通知する。これにより、入力画像にマークが含まれない場合に、誤った位置をマークの位置と判断して、ウェハへの処理を行うのを防ぐことができる。

【0056】

また、他の例において、座標検出手段 54 は、比較領域における位相インパルス応答関数値のうち、所定の領域における位相インパルス応答関数値のみを抽出する手段と、抽出した位相インパルス応答関数値から所定の条件を満たす位相インパルス応答関数値を選択する手段とをさらに有してもよい。この場合、座標検出手段 54 は、選択した位相インパルス応答関数値を与える座標を検出する。ここで、所定の領域とは、例えば比較領域において、補正手段 36 による補正の影響を受けていない領域のことをいう。

【0057】

図 3 は、本実施形態における位置検出装置 10 が入力画像からテンプレート画像に近似したマークの位置を検出するステップを示すフローチャートである。まず、入力画像分割手段 32 は、入力画像を分割して予備領域を形成する (S110)。入力画像がテンプレート画像と実質的に等しい大きさの場合、このステップは省略してよい。

【0058】

次に、比較領域選択手段 34 は、各予備領域を所定の位置にそれぞれ含むようにして、テンプレート画像と実質的に同じ大きさの比較領域を入力画像から選択する (S120)。補正手段 36 は、比較領域の端部の画素値が実質的に等しくなるように、比較領域の画素値を補正する (S130)。変換手段 38 は、高速フーリエ変換により比較領域を周波数成分に変換する (S140)。

【0059】

本実施形態において、補正手段 36 は、ステップ 130 において、比較領域の

端部の画素値が実質的に等しくなるように、テンプレート画像の画素値を補正してもよい。また、変換手段 38 は、ステップ 140 において、高速フーリエ変換によりテンプレート画像を周波数成分に変換してもよい。他の例において、テンプレート画像保持部 18 は、予め画素値が補正され、周波数成分に変換されたテンプレート画像のデータを保持していてもよい。

【0060】

位相差算出手段 42 は、比較領域の周波数成分の位相成分とテンプレート画像の周波数成分の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出する（S150）。帯域抽出フィルタ 40 は、位相差算出手段 42 が算出した位相成分差のうち、所定の周波数帯域以下の周波数成分の位相成分差のみを抽出する（S160）。逆変換手段 52 は、位相差算出手段 42 が算出した位相成分差を変換して位相インパルス応答関数を算出する。（S170）。マーク位置検出手段 50 は、位相インパルス応答関数に基づいて、入力画像中のマークの位置を検出する（S180）。

【0061】

以下に、図 3 のフローチャートに示した各ステップを詳細に説明する。

図 4 は、本実施形態における位置検出装置 10 が入力画像からテンプレート画像に近似したマークの位置を検出する処理の第 1 実施例を示す模式図である。

【0062】

本実施例において、入力画像 110 はテンプレート画像 100 と実質的に等しい大きさである。テンプレート画像 100 はマーク 102 を含む。入力画像 110 はテンプレート画像 100 に含まれるマーク 102 に近似したマーク 112 を含む。

【0063】

補正手段 36 は、入力画像 110 の上端と下端の画素値及び左端と右端の画素値がそれぞれ実質的に等しくなるように入力画像 110 に 2 次元の窓関数を適用する。補正手段 36 は、コサイン・テーパ窓（T u k e y 窓）を用いて入力画像 110 の画素値を補正するのが好ましい。本実施形態において、補正手段 36 は、矩形線対称の 2 次元コサイン・テーパ窓を用いて入力画像 110 の画素値を補

正する。ここで、矩形線対称の 2 次元コサイン・テーパ窓とは、例えば窓のサイズを $Q \times R$ としたときに、窓の中央の矩形領域 $0 \leq |q| \leq (1 - \alpha) Q / 2$ かつ $0 \leq |r| \leq (1 - \alpha) R / 2$ で振幅 1.0 となり、この矩形領域の外側の窓の端に近づくに従って振幅が余弦波状に減衰してほぼゼロとなるように画素値を補正する窓関数である。補正手段 36 は、 α の値を調整して矩形領域のサイズを設定するのが好ましい。補正手段 36 は入力画像と同様に、テンプレート画像の画素値を補正するのが好ましい。

【0064】

このように、補正手段 36 が入力画像 110 の端部の画素値が等しくなるように画素値を補正するので、変換手段 38 が入力画像 110 を周波数成分に変換する際に、入力画像 110 における画素値を連続的に変化させることができ、画素値の不連続から生じるスプリアスを減少することができる。

【0065】

変換手段 38 は、テンプレート画像 100 及び入力画像 110 を m 軸及び n 軸の原点 $(0, 0)$ を基準として、それぞれ高速フーリエ変換 (DFT) により周波数成分に変換する。本実施例において、変換手段 38 は、次式によりテンプレート画像を高速フーリエ変換する。

【数 1】

$$X(k, l) = F[x(m, n)] = |X(k, l)| e^{j\theta_x(k, l)}$$

$$T(k, l) = F[t(m, n)] = |T(k, l)| e^{j\theta_T(k, l)}$$

$T(k, l)$ はテンプレート画像を高速フーリエ変換した周波数成分、 $X(k, l)$ は入力画像を高速フーリエ変換した周波数成分を示す。 $t(m, n)$ はテンプレート画像 100 の座標 (m, n) におけるテンプレート画像 100 の画素値、 $x(m, n)$ は入力画像 110 の座標 (m, n) における入力画像の画素値を示す。

【0066】

テンプレート画像の高速フーリエ変換 $T(k, l)$ 及び入力画像の高速フーリエ変換 $X(k, l)$ は、それぞれグラフ 120 及びグラフ 122 に示されるよう

に周波数に対する振幅及び位相成分で表される。位相差算出手段 42 は、テンプレート画像の高速フーリエ変換 $T(k, l)$ の位相成分と入力画像の高速フーリエ変換 $X(k, l)$ の位相成分との位相成分差を算出する。グラフ 124 は、位相差算出手段 42 が算出した位相成分差を示す。位相差算出手段 42 は、次式により、入力画像の高速フーリエ変換 $X(k, l)$ とテンプレート画像の高速フーリエ変換 $T(k, l)$ との周波数応答関数 $H(k, l)$ を算出する。

【数 2】

$$H(k, l) = \frac{X(k, l) T^*(k, l)}{T(k, l) T^*(k, l)} = \frac{|X(k, l)| |T(k, l)|}{|T(k, l)|^2} e^{j(\theta_x(k, l) - \theta_T(k, l))}$$

【0067】

位相差算出手段 42 は、周波数応答関数 $H(k, l)$ から位相成分 $\theta_H(k, l)$ を抽出する。ここで、 $\text{ARG}[H(k, l)]$ は位相成分の主値をあらわす。

【数 3】

$$\theta_H(k, l) = \text{ARG}[H(k, l)] = \theta_x(k, l) - \theta_T(k, l)$$

逆変換手段 52 は、位相成分 $\theta_H(k, l)$ を用いて、次式により、高速フーリエ逆変換 (IDFT) して位相インパルス応答関数 $h_{\text{phase}}(m, n)$ を算出する。

【数 4】

$$h_{\text{phase}}(m, n) = F^{-1}[e^{j(\theta_H(k, l))}] = F^{-1}[e^{j(\theta_x(k, l) - \theta_T(k, l))}]$$

入力画像 110 にマーク 112 が含まれるとき、入力画像 110 におけるマーク 112 とテンプレート画像 100 におけるマーク 102 の位置とのずれを表す座標 (m, n) の位相インパルス応答関数 $h_{\text{phase}}(m, n)$ の値が大きくなる。画像 130 は、位相インパルス応答関数値を示す。画像 130 において、テンプレート画像 100 におけるマーク 102 の座標に対する入力画像 110 におけるマーク 112 の座標のずれ量を示す座標に位相インパルス応答関数値のピークがあらわれる。

【0068】

逆変換手段 52 は、位相成分差のみを変換した位相インパルス応答関数に基づ

いて入力画像からマークの位置を検出するので、入力画像の輝度分布の変化やマークの変形の影響を最小限にして精度よく入力画像からマークの位置を検出できる。

【0069】

座標検出手段54は、位相インパルス応答関数のピークを、例えば、入力画像中で、位相インパルス応答関数値が最大となる座標を所定の条件を満たす座標として検出してもよい。また、座標検出手段54は、インパルス応答関数値の絶対値が最大である座標を検出してもよい。

【0070】

座標検出手段54は、各位相インパルス応答関数値が正であるか負であるかを判断する手段をさらに有してもよい。例えば座標検出手段54が、位相インパルス応答関数の絶対値が最大である座標における位相インパルス応答関数が負であると判断した場合、座標検出手段54は、位相インパルス応答関数と所定値との差の絶対値が最大である座標を検出してもよい。また、座標検出手段54は、位相インパルス応答関数が極値である座標を検出してもよい。

【0071】

座標検出手段54が各位相インパルス応答関数値が正であるか負であるかを判断する手段を有すれば、例えば、入力画像のマークが反転して位相インパルス応答関数の値が負となる場合であっても、入力画像中のマークの位置を正確に検出することができる。

【0072】

図5は、位相インパルス応答関数がテンプレート画像におけるマークと入力画像におけるマークのずれを表すことを示す模式図である。

図5(a)は、テンプレート画像100を示す。図5(b)は、入力画像110を示す。図5(c)は、位相インパルス応答関数を示す。位相インパルス応答関数は、テンプレート画像100中のマーク102を基準とした場合の入力画像110中のマーク112の位置を示す座標において、ピークを有する。位相インパルス応答関数のピークは、図5(b)に示すように、テンプレート画像100と入力画像110とのそれぞれに含まれる基準点を一致させて重ねた場合の、テ

ンプレート画像 100 のマーク 102 からの入力画像 110 のマーク 112 のずれ量と等しい。

【0073】

図 5 (d) 及び 5 (e) は、入力画像 110 におけるマーク 112 の位置がテンプレート画像 100 におけるマーク 102 の位置よりも基準点に近い位置にある場合のテンプレート画像 100 及び入力画像 110 をそれぞれ示す。この場合、図 5 (f) に示すように、位相インパルス応答関数のピークの座標は負のベクトルを持つ。座標検出手段 54 は、テンプレート画像 100 におけるマーク 102 の位置と、検出された位相インパルス応答関数のピークの座標とに基づいて位相インパルス応答関数のベクトルの正負を判断する。位置検出装置 10 は、基準点に近い位置にマーク 102 を含むようにテンプレート画像 100 を選択する手段をさらに備えてもよい。

【0074】

図 6 は、本実施形態における位置検出装置 10 が入力画像からテンプレート画像に近似したマークの位置を検出する処理の第 2 実施例を示す模式図である。

本実施例において、入力画像 110 はテンプレート画像 100 と実質的に等しい大きさである。また、テンプレート画像 100 はマーク 102 を含む。入力画像 110 はテンプレート画像 100 に含まれるマーク 102 に近似したマーク 112 を含む。

【0075】

本実施例においては、変換手段 38 は、予めテンプレート画像を周波数成分に変換する。その後、テンプレート画像保持部 18 は、テンプレート画像の位相成分を各周波数に対応づけて保持する。位置検出装置 10 は、外部装置により予め周波数成分に変換されたテンプレート画像の位相成分を周波数に対応づけたデータを入力し、テンプレート画像保持部 18 に保持させてもよい。

【0076】

変換手段 38 は、第 1 実施例と同様に、入力画像を周波数成分に変換する。位相差算出手段 42 は、テンプレート画像保持部 18 が保持するテンプレート画像の位相成分と入力画像の位相成分との位相成分差を算出する。逆変換手段 52 は

、位相差算出手段 42 が算出した位相成分差を位相インパルス応答関数に変換する。

【0077】

図 7 は、本実施形態における位置検出装置 10 が入力画像からテンプレート画像に近似したマークの位置を検出する処理の第 3 実施例を示す模式図である。

本実施例において、入力画像 110 がテンプレート画像 100 よりも大きい場合に、位置検出装置 10 が入力画像からマークの位置を検出する処理を説明する。

【0078】

本実施例において、例えば、入力画像分割手段 32 は、予備領域 $i1 \sim i16$ がテンプレート画像よりも小さくなるように入力画像 110 を分割する。比較領域選択手段 34 は、予備領域 $i1 \sim i16$ をそれぞれ中心に含むように、比較領域 114 を選択する。

【0079】

比較領域選択手段 34 はさらに、比較領域の画素数を調整する手段を有してもよい。比較領域選択手段 34 は、例えば予備領域 $i1$ を含む領域を選択する場合は、画素値がゼロの画素を付加して比較領域の画素数をテンプレート画像の画素数と同じにする。比較領域選択手段 34 が、テンプレート画像と実質的に等しい大きさの選択領域を選択するので、変換手段 38 は、各選択領域をフーリエ変換により周波数成分に変換することができる。

【0080】

また、比較領域選択手段 34 は、一辺がそれぞれ 2 の m 乗 (m は正の整数) の画素数を持つように比較領域を選択するのが好ましい。この場合も比較領域選択手段 34 の画素数を調整する手段は、選択する比較領域一辺がそれぞれ 2 の m 乗 (m は正の整数) の画素数を持つように、画素値がゼロの画素を付加して比較領域の画素数を調整する。

【0081】

比較領域選択手段 34 が一辺がそれぞれ 2 の m 乗となるように比較領域を選択するので、変換手段 38 は、各比較領域を高速フーリエ変換により周波数成分に

変換できる。そのため、算出処理部 3 0 は、より迅速に入力画像からマークの位置を検出することができる。

【0 0 8 2】

補正手段 3 6 は、第 1 実施例と同様に矩形線対称の 2 次元コサイン・テーパ窓を用いて、比較領域の上端と下端の画素値及び左端と右端の画素値がそれぞれ実質的に等しくなるように比較領域の画素値を補正する。この場合、補正手段 3 6 は、矩形領域が予備領域 $i_1 \sim i_{16}$ よりも大きくなるように α の値を調整するのが好ましい。さらに、補正手段 3 6 は、選択された比較領域に画素値がゼロの画素が付加されている場合は、付加された画素が矩形領域に含まれないように α の値を調整するのが好ましい。また、補正手段 3 6 は、窓のサイズが比較領域と実質的に等しい大きさになるように Q 及び R の値を設定する。補正手段 3 6 が、付加された画素が矩形領域に含まれないように α の値を調整するので、比較領域に画素値がゼロの画素を付加した場合でも、画像の連続性を保つことができる。補正手段 3 6 は、比較領域と同様に、テンプレート画像の上端と下端の画素値及び左端と右端の画素値がそれぞれ実質的に等しくなるように、テンプレート画像の画素値を補正してもよい。

【0 0 8 3】

ここで、比較領域選択手段 3 4 がテンプレート画像よりも小さい予備領域を含むように各比較領域を選択するので、入力画像はオーバーラップして比較領域に分割されることになる。そのため、比較領域選択手段 3 4 は、ある比較領域においてマークが分断されていても、他の比較領域においてマーク全体が含まれるように入力画像を分割することができる。また、比較領域選択手段 3 4 は、ある比較領域においてマークが端部に位置している場合であっても、他の比較領域においてマークが中央部に位置するように入力画像を分割することができる。そのため、補正手段 3 6 が比較領域の端部の画素値を補正しても、マークが中央部に位置する比較領域における位相インパルス応答関数を用いて、入力画像からマークの位置を正確に検出することができる。

【0 0 8 4】

変換手段 3 8 は、第 1 実施例と同様に、テンプレート画像 1 0 0 及び比較領域

114を周波数成分に変換する。位相差算出手段42は、テンプレート画像の位相成分と入力画像の位相成分との位相成分差を算出する。本実施形態において、帯域抽出フィルタ40は、周波数 $k=56$ 以下の周波数成分のみの位相成分を抽出する。

【0085】

他の例において、帯域抽出フィルタ40はテンプレート画像100及び比較領域の周波数成分のうち所定の周波数以下の周波数成分のみをそれぞれ抽出し、位相差算出手段42は、帯域抽出フィルタ40が抽出したテンプレート画像及び比較領域の周波数成分の位相成分の位相成分差を算出してもよい。

【0086】

帯域抽出フィルタ40が所定の周波数以下の周波数成分のみを抽出するため、マーク以外の、例えば回路パターン等の形状により生じた周波数成分の影響を除去することができる。また、高い周波数を有し、ランダムに発生する雑音を除去することができるため、位相インパルス応答関数の精度を向上できる。

【0087】

逆変換手段52は、位相差算出手段42が算出した位相成分差をインパルス応答関数に変換する。比較領域選択手段34が比較領域の画素数が一辺がそれぞれ2の m 乗となるように比較領域を選択するので、逆変換手段52は、高速フーリエ逆変換により位相インパルス応答関数を算出できる。そのため、算出処理部30は、より迅速に入力画像からマークの位置を検出することができる。

【0088】

座標検出手段54は、選択された比較領域114において位相インパルス応答関数値が最大となる座標を検出する。比較領域検出手段56は、複数の比較領域における位相インパルス応答関数値のうち、最大値を持つ位相インパルス応答関数を含む比較領域を検出する。マーク判断手段58は、比較領域検出手段56が検出した比較領域における位相インパルス応答関数値の最大値を所定値と比較する。そして、比較領域検出手段56は、位相インパルス応答関数値の最大値が所定値より大きい場合にマーク112が当該比較領域に含まれると判断する。

【0089】

比較領域検出手段 56 は、位相インパルス応答関数値の最大値が所定値より小さい場合には、マーク 112 が当該比較領域に含まれないと判断する。この場合、入力画像分割手段 32 は、入力画像 110 を最初の予備領域とは異なる範囲で予備領域を分割してもよい。位置検出装置 10 は、同様の処理を繰り返し、位相インパルス応答関数値の最大値が所定値より大きくなる座標を検出する。位相インパルス応答関数値が所定値より大きくなる座標が検出できない場合は、座標検出手段 54 は、制御部 20 に入力画像 110 中にマークが含まれないことを通知する。

【0090】

逆変換手段 52 は、位相成分差のみを変換した位相インパルス応答関数に基づいて入力画像からマークの位置を検出するので、入力画像の輝度分布の変化やマークの変形の影響を最小限にして精度よく入力画像からマークの位置を検出できる。

【0091】

他の例において、座標検出手段 54 は、位相インパルス応答関数を示す画像から所定の領域のみを選択してもよい。本実施例においては、補正手段 36 が比較領域の端部の画素値を補正しているため、比較領域の端部における画素変化により生じる位相インパルス応答関数値のピークは信頼性が低い。従って、座標検出手段 54 は、補正手段 36 が比較領域に補正を施す領域に基づいて、位相インパルス応答関数値を示す画像から信頼性の高いピークを与える領域を選択する。座標検出手段 54 は、このようにして選択した領域を他の比較領域から選択した領域と合成して入力画像と実質的に等しい大きさの位相インパルス応答関数を示す画像を形成してもよい。この場合、座標検出手段 54 は、合成した位相インパルス応答関数を示す画像から、位相インパルス応答関数値が最大となる座標を検出する。座標検出手段 54 が、位相インパルス応答関数を示す画像から所定の領域を選択して、選択した領域から位相インパルス応答関数値が最大となる座標を検出するので、入力画像から効率よくマークの位置を検出することができる。

【0092】

図 8 は、位置検出装置に含まれる算出処理部 30 の他の例を示すブロック図で

ある。

算出処理部 30 は、入力画像分割手段 32 と、比較領域選択手段 34 と、補正手段 36 と、変換手段 38 と、帯域抽出フィルタ 40 と、位相差算出手段 42 と、マーク位置検出手段 50 と、逆数算出手段 144 と、畳込み積分画像形成手段 146 とを有する。図 2 に示した構成要素と同一の符号を持つ構成要素は、図 2 に示した算出処理部 30 における構成要素と同様の機能を有する。逆数算出手段 138 は、テンプレート画像の周波数成分の逆数を求める。畳込み積分画像形成手段 146 は、テンプレート画像の逆周波数特性を持つテンプレート逆画像と入力画像との畳込み積分画像を形成する。

【0093】

次に、本実施例において、算出処理部 30 がテンプレート逆画像を形成する手順を示す。まず、補正手段 36 は、テンプレート画像保持部 18 に保持されたテンプレート画像の端部の画素値を補正する。変換手段 38 は、テンプレート画像の画素値を高速フーリエ変換により周波数成分に変換する。逆数算出手段 138 は、変換したテンプレート画像の周波数成分の逆数を算出する。逆変換手段 52 は、逆数算出手段 138 が算出した逆数を高速フーリエ逆変換してテンプレート逆画像を形成する。

【0094】

テンプレート画像保持部 18 は、テンプレート逆画像を記憶する。畳込み積分画像形成手段 146 は、テンプレート画像保持部 18 に保持されたテンプレート逆画像と入力画像との畳込み積分画像を形成する。変換手段 38 は、畳込み画像を、畳込み画像中の所定の位置を基準として、畳込み画像を周波数成分に変換する。位相差算出手段 42 は、変換手段 38 が変換した畳込み画像の位相成分を位相成分差として算出する。逆変換手段 52 は、第 1 実施例と同様に、位相差算出手段 42 が算出した位相成分差を位相インパルス応答関数に変換する。

【0095】

逆変換手段 52 は、位相成分差のみを変換した位相インパルス応答関数に基づいて入力画像からマークの位置を検出するので、入力画像の輝度分布の変化やマークの変形の影響を最小限にして精度よく入力画像からマークの位置を検出でき

る。

【0096】

図9は、本発明の第2実施形態に係る電子部品搬送装置を示すブロック図である。

電子部品搬送装置200は、例えば、大規模集積回路(LSI)等のIC、又はICパッケージ等の電子部品の製造工程において、これらの電子部品を次の工程を行う装置に搬送する。また、電子部品搬送装置200は、電子部品の製造工程において、電子部品の性能を試験するために電子部品をテストまで搬送したり、試験が終了した電子部品をもとのトレイに戻したりする。

【0097】

電子部品搬送装置200は、マークの位置を入力画像から検出する位置検出装置10と、位置検出装置10により検出されたマークの位置に基づいて、電子部品を吸着し、電子部品を移動する電子部品移動手段202とを有する。位置検出装置10は、第1実施形態において図1から図8を参照して説明したのと同様の構成及び機能を有する。電子部品移動手段202は、電子部品を保持する手段と、電子部品を移動する手段とを有するのが好ましい。

【0098】

本実施形態において、電子部品搬送装置200は、位置検出装置10を有するので、位相インパルス応答関数に基づいて入力画像からマークの位置を検出する。そのため、入力画像の輝度分布の変化やマークの変形の影響を最小限にして精度よく入力画像からマークの位置を検出でき、電子部品の搬送を精度よく迅速に行うことができる。

【0099】

図10は、本発明の第3実施形態に係る電子ビーム露光装置300の構成図である。

電子ビーム露光装置300は、電子ビームによりウェハ350に所定の露光処理を施すための露光部302と、露光部302の各構成の動作を制御する制御系360と、位置検出装置10とを備える。位置検出装置10は、第1実施形態において図1から図8を参照して説明したのと同様の構成及び機能を有する。

【0100】

露光部 302 は、筐体 304 内部で、電子ビームを発生し、電子ビームの断面形状を所望に整形する電子ビーム整形手段 310 と、電子ビーム整形手段 310 から照射された電子ビームを、ウェハ 350 に照射するか否かを切替える照射切替手段 330 と、ウェハ 350 に転写されるパターンの像の向き及びサイズを調整するウェハ用投影系 340 とを含む電子光学系を備える。また、露光部 302 は、ウェハ 350 を載置するウェハステージ 352 と、ウェハステージ 352 を駆動するウェハステージ駆動部 354 とを含むステージ系を備える。本実施形態において、ウェハ 350 又はウェハウェハステージ 352 のいずれか一方に、ウェハの位置を検出するためのテンプレート画像に近似したマークが設けられる。

【0101】

電子ビーム照射系 310 は、電子ビームを発生させる電子銃 312 と、電子ビームを通過させることにより、断面形状を整形する矩形形状の開口部を有すると、電子ビームを収束し、焦点位置を調整する第 1 電子レンズ 316 と、第 1 整形部材 314 を通過した電子ビームを偏向する整形偏向部 318 と、第 2 整形部材 320 とを有する。整形偏向部 318 は、整形偏向部 318 により偏向された電子ビームを、第 2 整形部材 320 に対して略垂直方向に偏向する手段を更に有してもよい。図 10 において、電子銃 312 が発生した電子ビームが、電子光学系により偏向されない場合の電子ビームの光軸を、一点鎖線 A で表現する。

【0102】

照射切替手段 330 は、電子ビームを偏向させることにより、電子ビームをウェハ 350 に照射するか否かをそれぞれ切替える複数のブランキング電極アレイ 332 と、電子ビームを収束し、焦点を調整する第 2 電子レンズ 334 と、電子ビームを通過させる開口部を含み、ブランキング電極アレイ 332 で偏向された電子ビームを遮蔽する電子ビーム遮蔽部材 336 とを有する。電子ビーム遮蔽部材 336 は、円形の開口（ラウンドアパーチャ）を有する。ブランキング電極アレイ 332 は、電子ビームを高速に同期してオン／オフする。具体的には、電子ビームを電子ビーム遮蔽部材 336 のラウンドアパーチャの外側に当たるように偏向する機能を有する。すなわち、ブランキング電極アレイ 332 は、電子ビー

ムの進行方向に対して電子ビーム遮蔽部材 336 から下流に電子ビームが進行するのを防ぐことができる。

【0103】

ブランキング電極アレイ 332 は、電子ビーム露光装置 300 がウェハ 350 に転写するパターンを変更するとき、又はパターンを露光するウェハ 350 の領域を変更するとき等、電子ビーム露光装置 300 がウェハ 350 にパターンを露光する必要がないときは、電子ビーム遮蔽部材 336 から下流に電子ビームが進行しないように電子ビームを偏向するのが望ましい。

【0104】

ウェハ用投影系 340 は、第 2 整形部材 120 で形成されたパターンに対応する、ウェハ 350 に転写されるパターン像の縮小率を調整する第 3 電子レンズ 342 と、ウェハ 350 上の所定の領域に電子ビームが照射されるように、電子ビームを偏向する偏向部 344 と、対物レンズとして機能する第 4 電子レンズとを有する。

【0105】

制御系 360 は、統括制御部 370 及び個別制御部 380 を備える。個別制御部 380 は、電子ビーム制御部 382 と、電子レンズ制御部 384 と、整形偏向制御部 386 と、ブランキング電極アレイ制御部 388 と、偏向制御部 390 と、ウェハステージ制御部 392 とを有する。統括制御部 370 は、例えばワークステーションであって、個別制御部 380 に含まれる各制御部を統括制御する。

【0106】

電子ビーム制御部 382 は、電子銃 312 を制御する。電子レンズ制御部 384 は、第 1 電子レンズ 316、第 2 電子レンズ 334、第 3 電子レンズ 342 及び第 4 電子レンズ 346 に供給する電流を制御する。整形偏向制御部 386 は、整形偏向部 318 を制御する。ブランキング電極アレイ制御部 388 は、ブランキング電極アレイ 332 に含まれる偏向電極に印加する電圧を制御する。偏向制御部 390 は、偏向部 344 を制御する。ウェハステージ制御部 392 は、位置検出装置 10 が検出したマークの位置に基づいて、ウェハステージ駆動部 354 を制御し、ウェハステージ 352 を所定の位置に移動させる。

【0107】

図10を参照して、本実施形態に係る電子ビーム露光装置300の動作を説明する。ウェハステージ352上には、露光処理が施されるウェハ350が載置される。電子銃312が安定した電子ビームを発生するには所定の時間がかかるので、本実施形態において、電子銃312は露光処理期間にわたって常に電子ビームを発生する。図中、実線は電子ビームの照射経路を、一点鎖線は電子ビームの光軸をそれぞれ示す。

【0108】

位置検出装置10の撮像装置12は、ウェハ350又はウェハステージ352に設けられたマークの画像を入力画像として撮像する。位置検出装置10は、第1実施形態において説明した位相インパルス応答関数を用いて入力画像からマークの位置を検出する。そして、ウェハステージ制御部392は、位置検出装置10が検出したマークの位置に基づいて、ウェハステージ駆動部354を制御し、ウェハステージ352を移動させて、ウェハ350の露光されるべき領域が電子ビームの光軸近傍に位置するようにする。

【0109】

ウェハ350への露光の開始前において、第2整形部材120の開口を通過した電子ビームがウェハ350に照射されないように、ブランキング電極アレイ制御部388が、ブランキング電極アレイ332を制御する。

【0110】

電子レンズ制御部384は、電子銃312が発生した電子ビームの焦点位置をウェハ350に合わせるように第1電子レンズ316、第2電子レンズ334、第3電子レンズ342及び第4電子レンズ346に供給する電流を制御する。電子銃312が発生した電子ビームは、第1整形部材314に照射され、整形される。第1整形部材314により整形された電子ビームは第2整形部材320に照射される。電子ビームは、第2整形部材320によりウェハ350に照射すべき所望の形状に成形される。第2整形部材320において成形された電子ビームをウェハ350に照射すべく、ブランキング電極アレイ制御部390は、電子ビームの偏向を停止するように、ブランキング電極アレイ332を制御する。ブラン

キング電極アレイ制御部 3 8 8 が、ブランキング電極アレイ 3 3 2 による電子ビームの偏向を停止する。そして、ブランキング電極アレイ 3 3 2 により偏向されない電子ビームは、第 2 電子レンズ 3 3 4 により電子ビーム径を縮小されて、電子ビーム遮蔽部材 3 3 6 に含まれるラウンドアパーチャを通過する。

【0 1 1 1】

電子ビーム遮蔽部材 3 3 6 を通過した電子ビームは、第 3 電子レンズ 3 4 2 により、パターン像の縮小率が調整される。それから、電子ビームは、偏向部 3 4 4 により、ウェハ 3 5 0 上の所定の領域に照射されるように偏向される。電子ビームはさらに、第 4 電子レンズ 3 4 6 によって調整されて、ウェハ 3 5 0 に照射される。

【0 1 1 2】

所定の露光時間が経過した後、ブランキング電極アレイ制御部 3 9 0 は、電子ビームをウェハ 3 5 0 に照射しないようにすべく、電子ビームを偏向させるように、ブランキング電極アレイ 3 3 2 を制御する。以上のプロセスにより、ウェハ 3 5 0 上の所定の領域に、パターンが露光される。電子ビーム露光装置 3 0 0 は、この露光処理を、繰り返し実行することによって、所望の回路パターンを、ウェハ 3 5 0 に露光することができる。

【0 1 1 3】

電子ビーム露光装置 3 0 0 は、可変矩形を用いた電子ビーム露光装置であってもよく、また、ブランキング・アパーチャ・アレイ (B A A) ・デバイスを用いた電子ビーム露光装置であってもよい。

【0 1 1 4】

本実施形態において、電子ビーム露光装置 3 0 0 は、位置検出装置 1 0 を有するので、位相インパルス応答関数に基づいて入力画像からマークの位置を検出する。そのため、入力画像の輝度分布の変化やマークの変形の影響を最小限にして精度よく入力画像からマークの位置を検出でき、ウェハ 3 5 0 への露光を精度よく迅速に行うことができる。

【0 1 1 5】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実

施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に、多様な変更または改良を加えることができる。そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【0116】

【発明の効果】

上記説明から明らかなように、本発明によれば入力画像の輝度分布の変化やマークの変形の影響を最小限にして精度よく入力画像からマークの位置を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態に係る位置検出装置を示すブロック図である。

【図2】

図1に示した算出処理部を示すブロック図である。

【図3】

本実施形態における位置検出装置が入力画像からテンプレート画像に近似したマークの位置を検出するステップを示すフローチャートである。

【図4】

本実施形態における位置検出装置10が入力画像からテンプレート画像に近似したマークの位置を検出する処理の第1実施例を示す模式図である。

【図5】

位相インパルス応答関数がテンプレート画像におけるマークと入力画像におけるマークのずれを表すことを示す模式図である。

【図6】

本実施形態における位置検出装置10が入力画像からテンプレート画像に近似したマークの位置を検出する処理の第2実施例を示す模式図である。

【図7】

本実施形態における位置検出装置10が入力画像からテンプレート画像に近似したマークの位置を検出する処理の第3実施例を示す模式図である。

【図8】

本実施形態における位置検出装置に含まれる算出処理部の他の例を示すブロック図である。

【図 9】

本発明の第 2 実施形態に係る電子部品搬送装置を示すブロック図である。

【図 10】

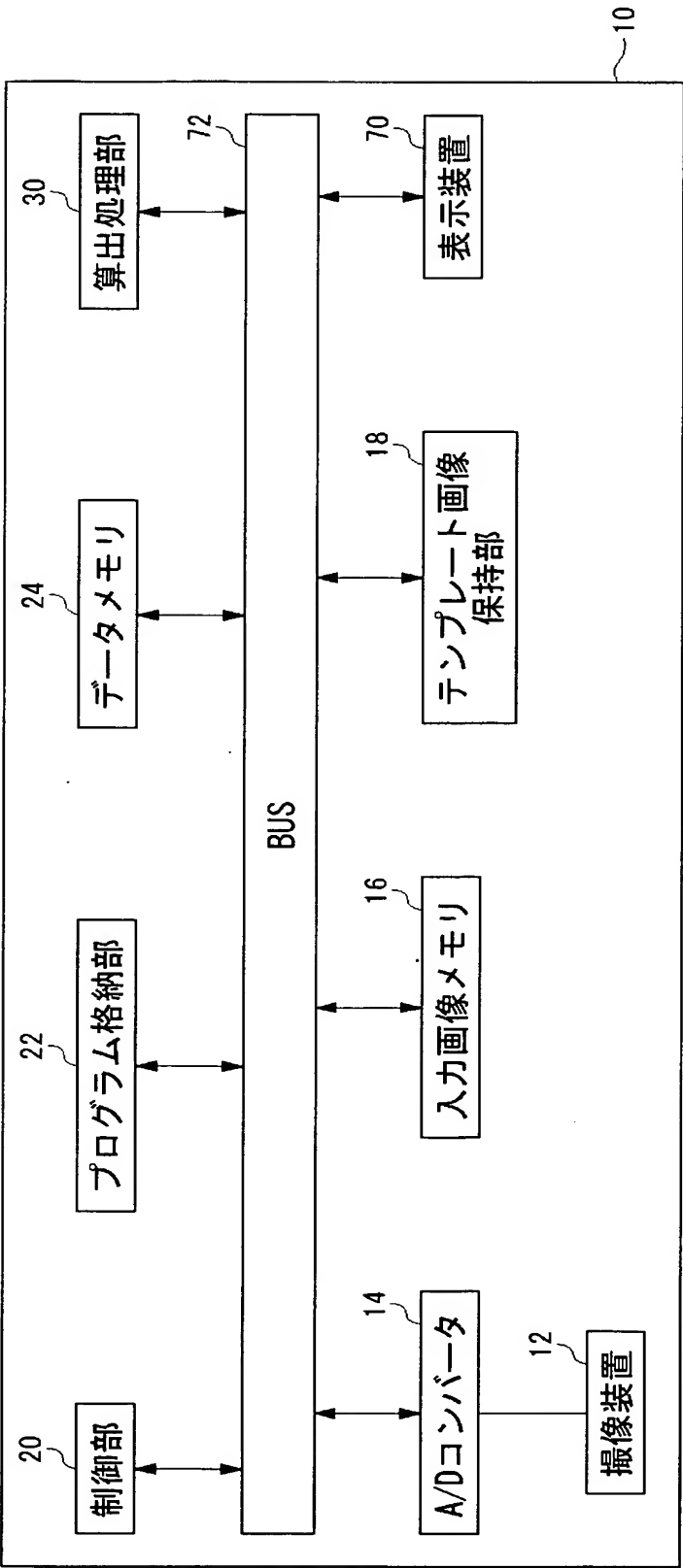
本発明の第 3 実施形態に係る電子ビーム露光装置の構成図である。

【符号の説明】

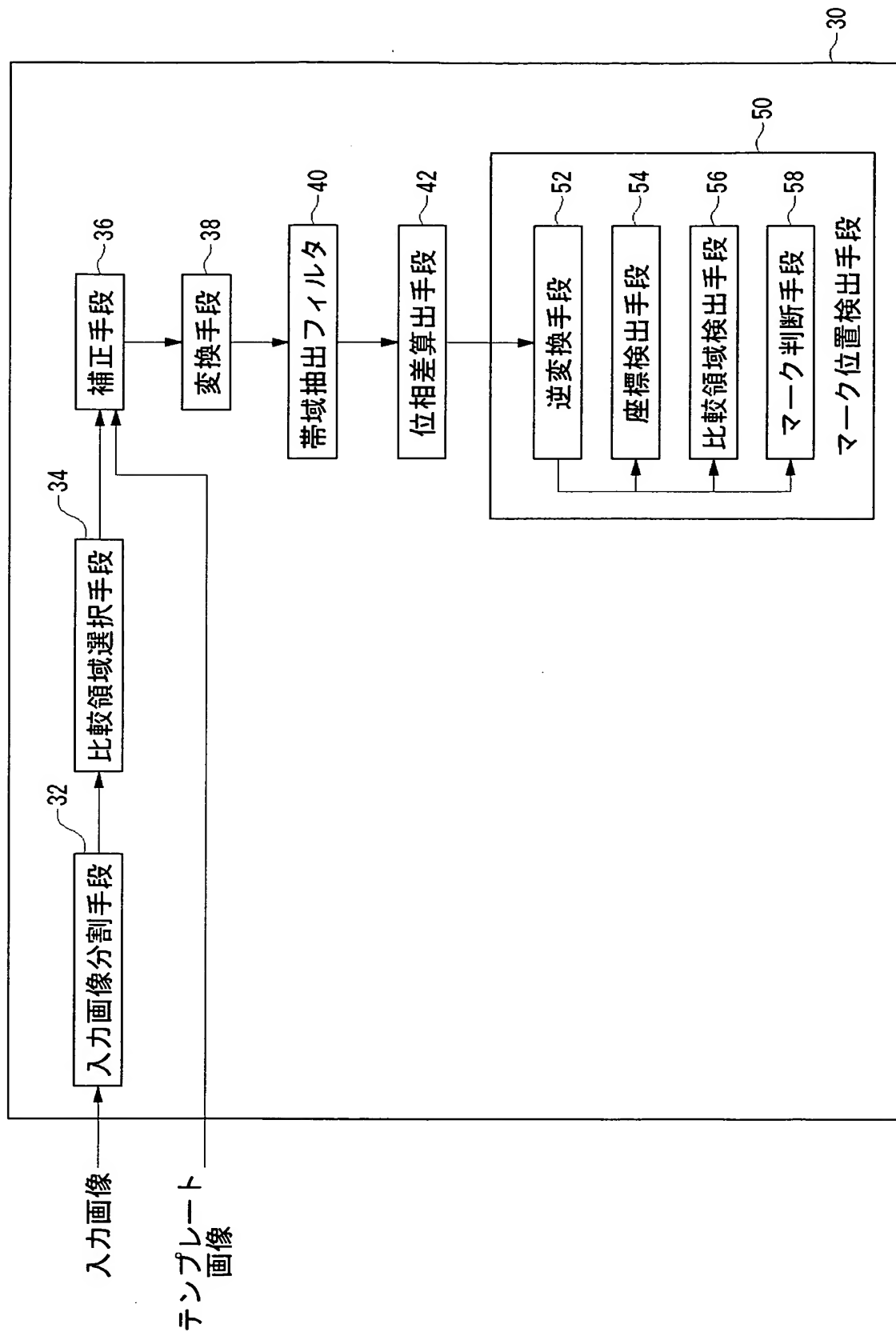
10…位置検出装置、12…撮像装置、14…A/Dコンバータ、16…入力画像メモリ、18…テンプレート画像保持部、20…制御部、22…プログラム格納部、24…データメモリ、30…算出処理部、32…入力画像分割手段、34…比較領域選択手段、36…補正手段、38…変換手段、40…帯域抽出フィルタ（低域抽出フィルタ）、42…位相差算出手段、50…マーク位置検出手段、52…逆変換手段、54…座標検出手段、56…比較領域検出手段、58…マーク判断手段、144…逆数算出手段、146…畳込み積分画像形成手段、200…電子部品搬送装置、202…電子部品移動手段、300…電子ビーム露光装置、302…露光部、304…筐体、310…電子ビーム整形手段、312…電子銃（電子ビーム発生部）、314…第 1 整形部材、316…第 1 電子レンズ、318…整形偏向部、320…第 2 整形部材、330…照射切替手段、332…ブランキング電極アレイ、334…第 2 電子レンズ、336…電子ビーム遮蔽部材、340…ウェハ用投影系、342…第 3 電子レンズ、344…偏向部、346…第 4 電子レンズ、350…ウェハ、352…ウェハステージ、354…ウェハステージ駆動部、360…制御系、370…統括制御部、380…個別制御部、382…電子ビーム制御部、384…電子レンズ制御部、386…整形偏向制御部、388…ブランキング電極アレイ制御部、390…偏向制御部、392…ウェハステージ制御部

【書類名】 図面

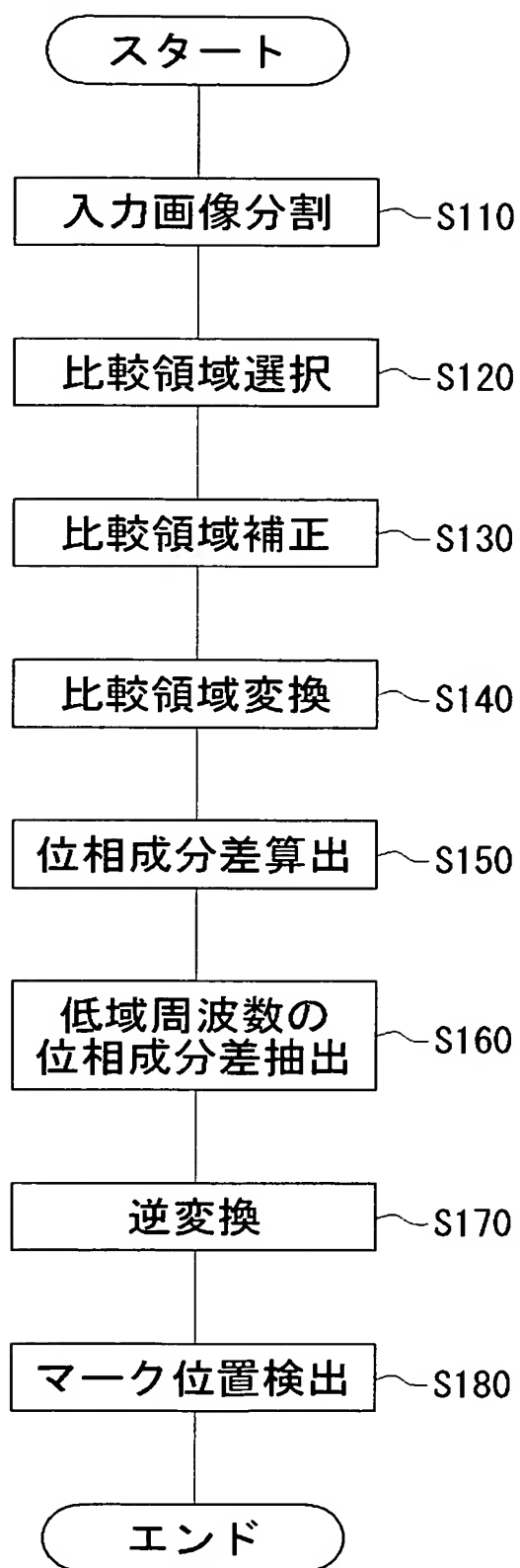
【図 1】



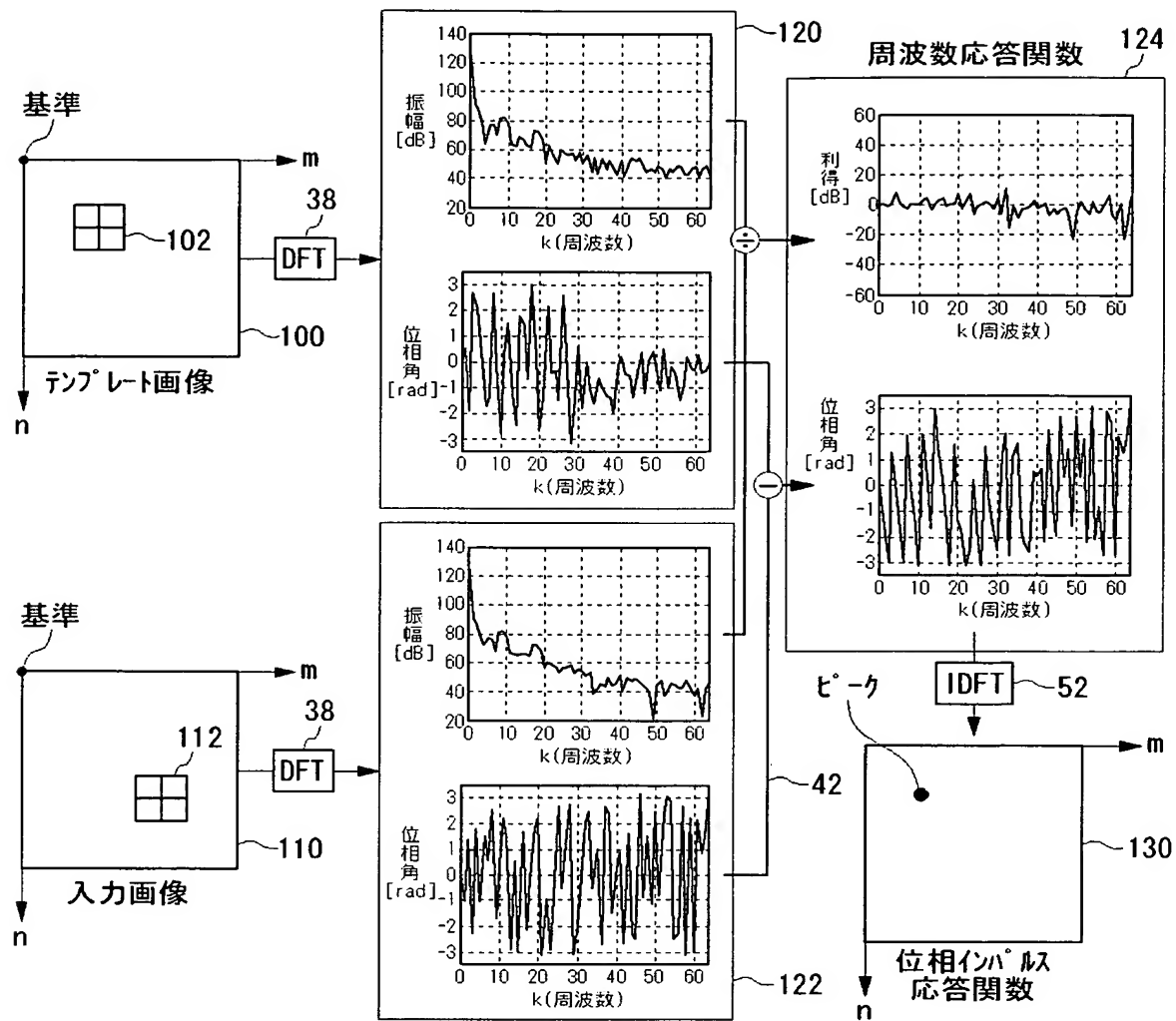
【図 2】



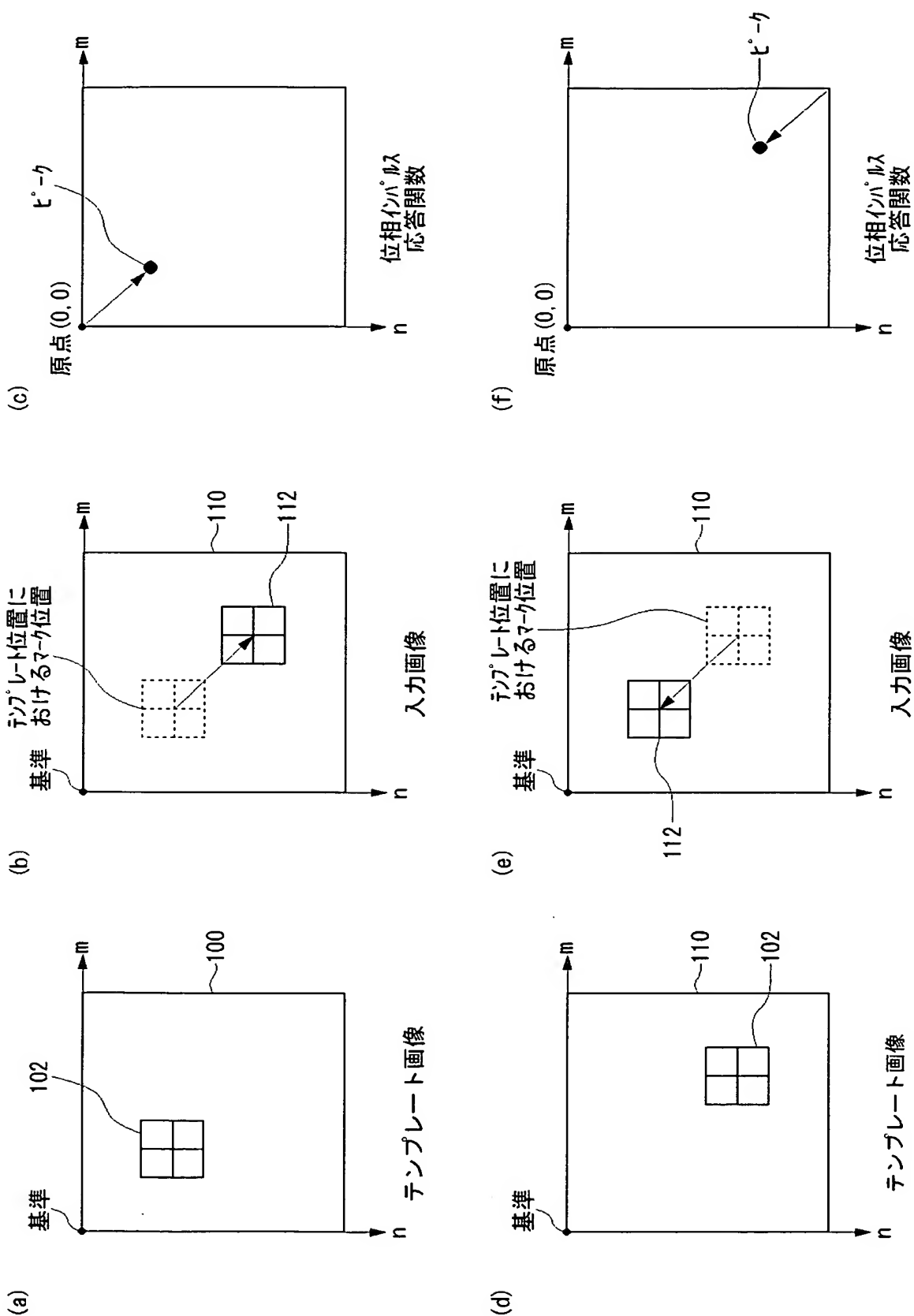
【図 3】



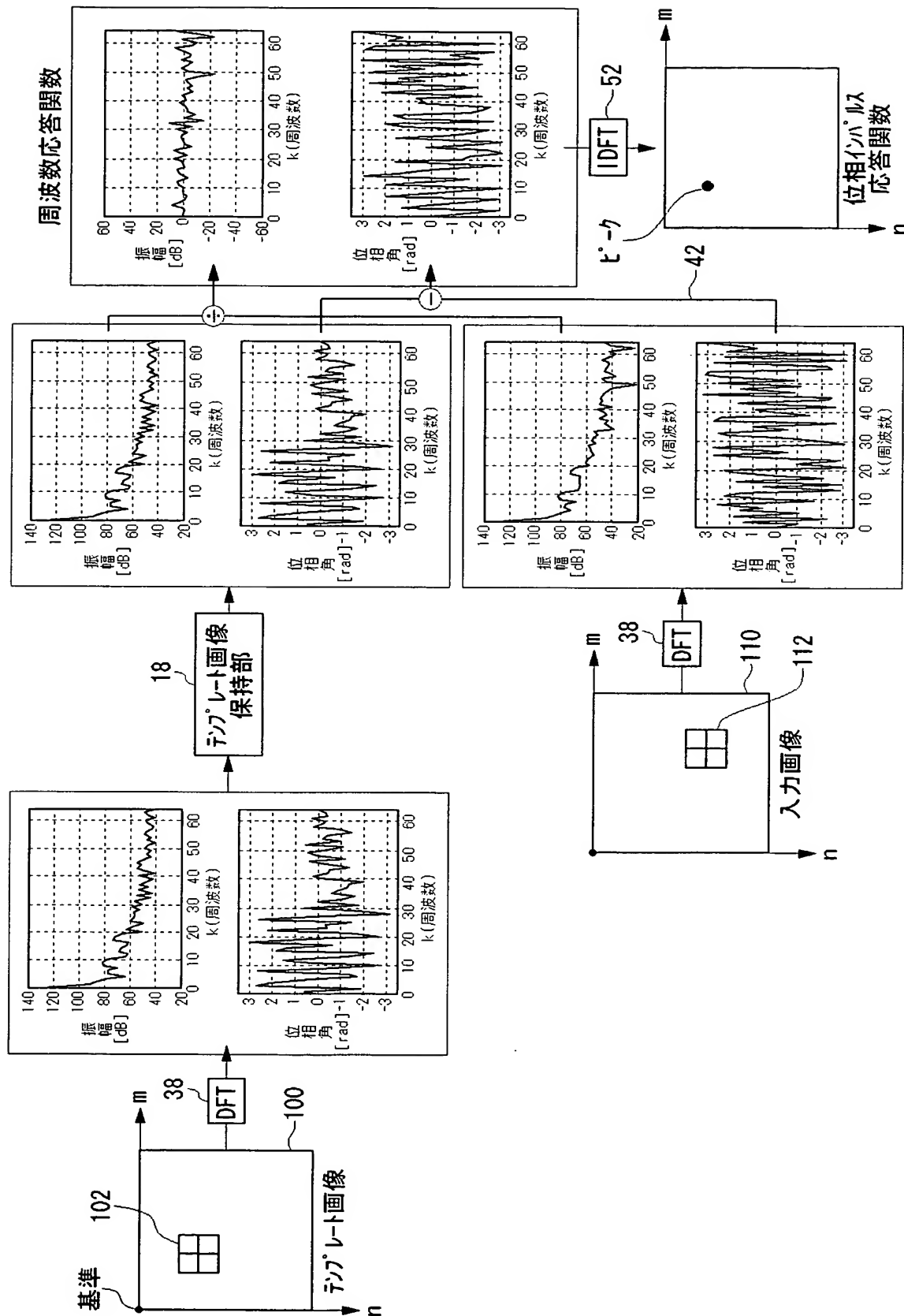
【図 4】



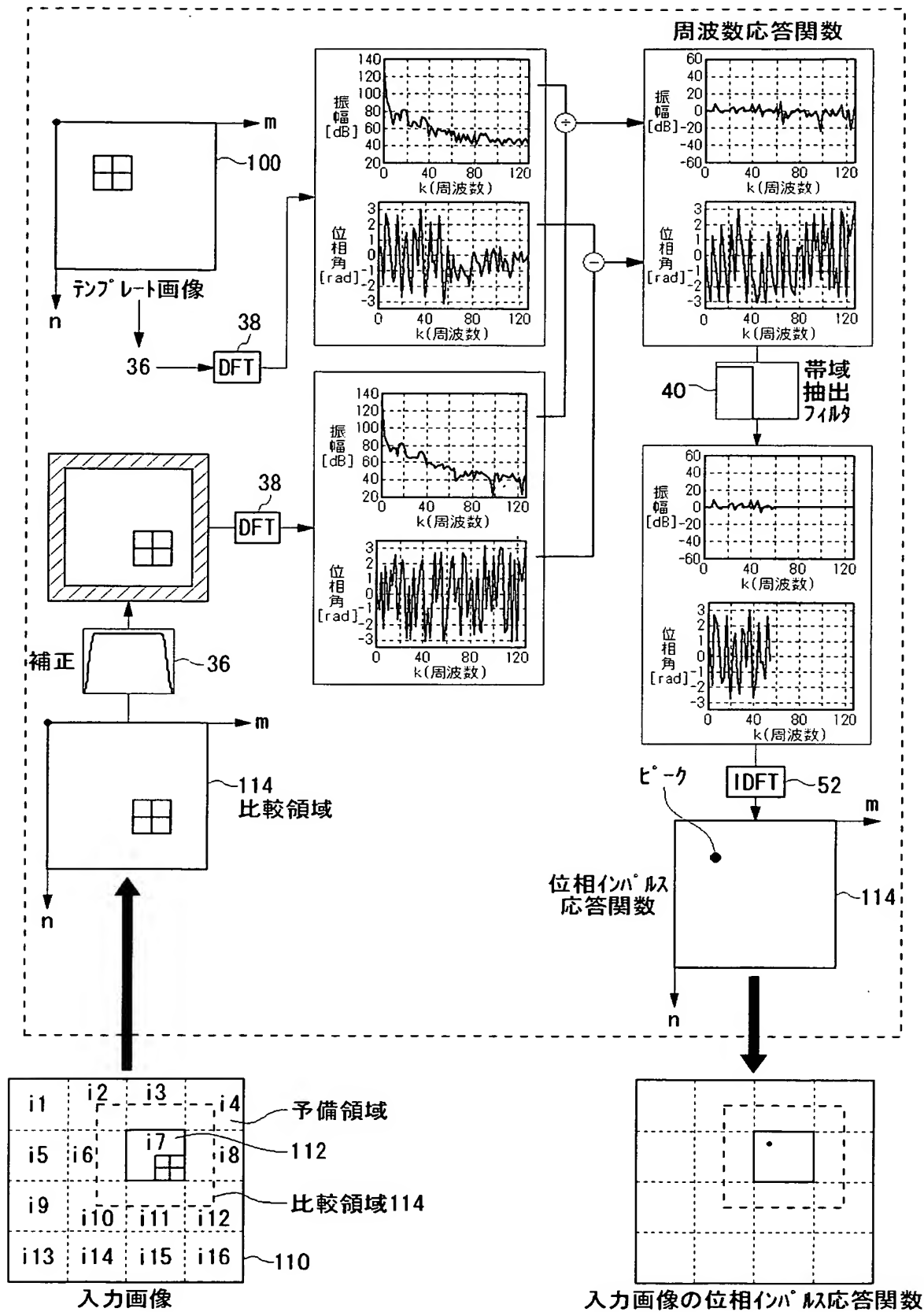
【図 5】



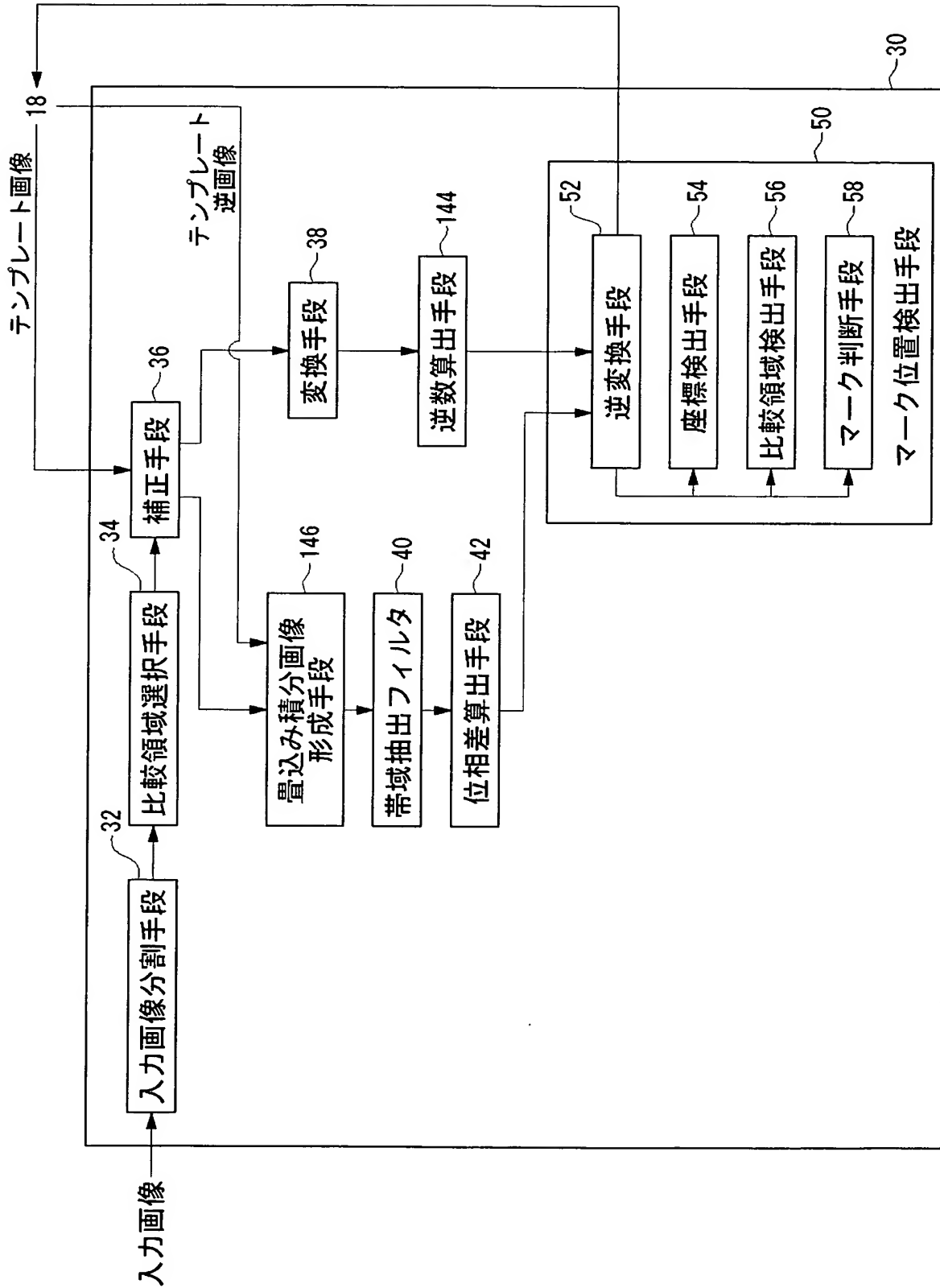
【図6】



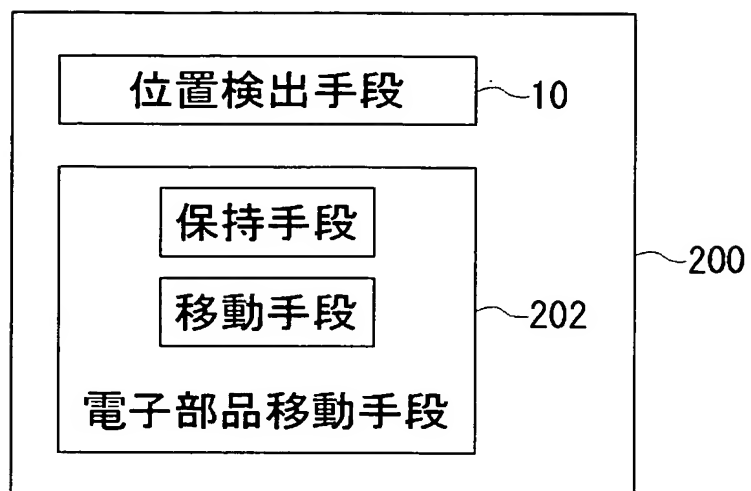
【図 7】



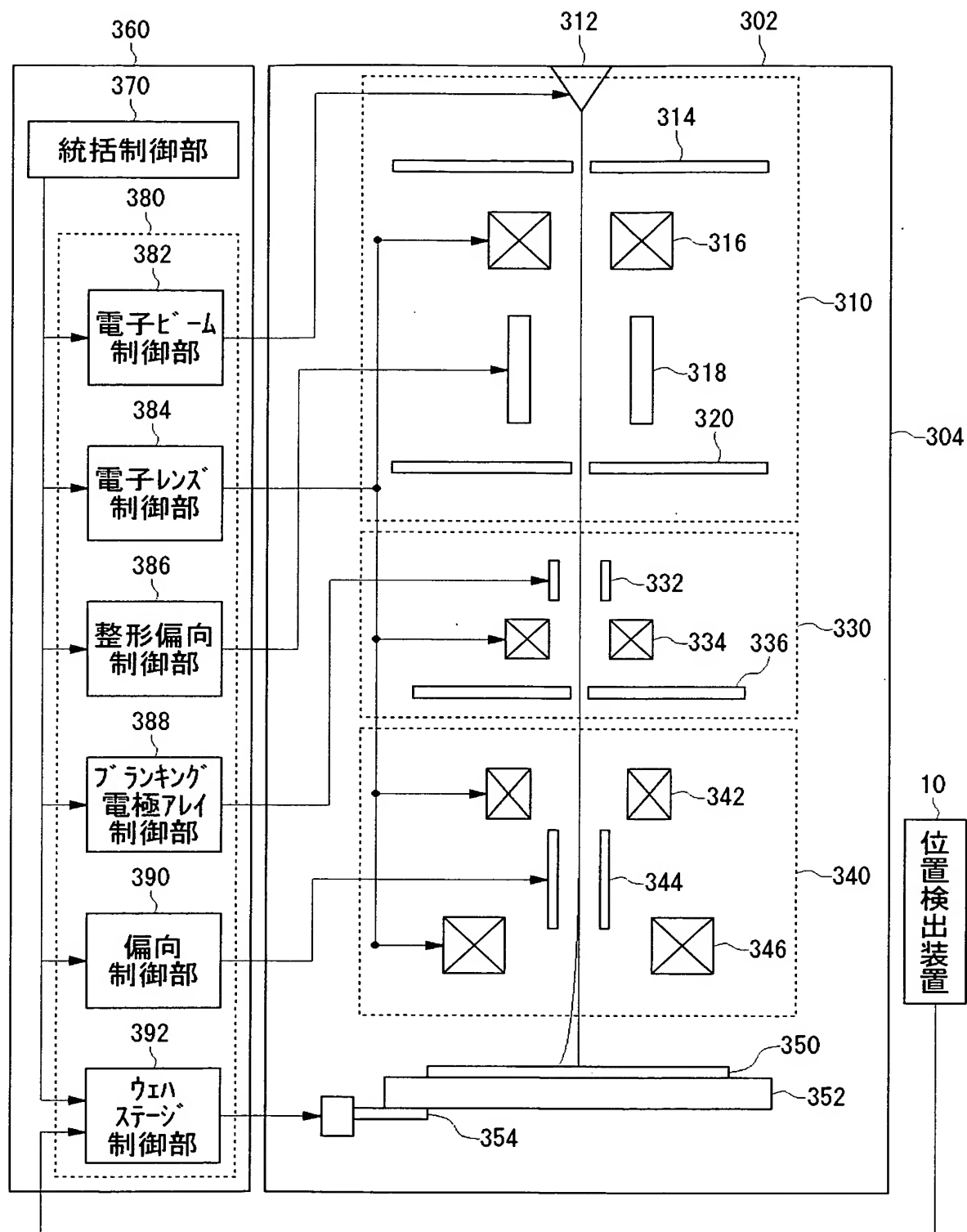
【図 8】



【図 9】



【図 10】



300

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 入力画像の輝度分布の変化やマークの変形の影響を最小限にして精度よく入力画像からマークの位置を検出する。

【解決手段】 テンプレート画像に近似したマークの位置を入力画像から検出する位置検出装置は算出処理部 3 0 を有する。算出処理部 3 0 は、テンプレート画像中の所定の位置を基準としてテンプレート画像を周波数成分に変換した場合の位相成分と、入力画像中の所定の位置を基準として入力画像を周波数成分に変換した場合の位相成分との位相成分差を周波数ごとに算出する位相差算出手段 4 2 と、位相差算出手段 4 2 が算出した位相成分差を変換した位相インパルス応答関数に基づいて、入力画像中のマークの位置を検出するマーク位置検出手段 5 0 とを備える。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 1 - 1 6 1 3 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 0 0 0 5 1 7 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 1 5 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号

氏 名

株式会社アドバンテスト